



214

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية

تأليف:

د. محمد بهي الدين عرجون



سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978 بإشراف أحمد مشاري العدواني 1923 ـ 1990

214

الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية

تأليف

د. محمد بهي الدين عرجون



المحتوى

المحتوى
المحتوى
المحتوى

المحتوى

تقديم

الحمد لله الذي جعل العلم طريقا لمعرفته، وموصلا لخشيته سبحانه، وكرم العلماء في كتابه الكريم إذ يقول: ﴿**إنما يخشى الله من عباده العلماء**﴾

صدق الله العظيم (فاطر: 38)

وبعد..

فإذا كان هناك وصف يصدق على عصرنا هذا أكثر من أي وصف آخر فلعله وصف «عصر الفضاء». إذ إنه رغم كل التقدم المذهل في كل المجالات الأخرى، فإن الصورة الباقية في أذهان البشر ممن عاصروا أحداث النصف الثاني من القرن العشرين هي صورة إنسان من كوكب الأرض يخطو على سطح القمر.

وفي أكتوبر من عام 1997 يكون قد مضى على إطلاق القمر الصناعي الروسي سبوتنيك-1 أربعون عاما كاملة. ورغم أنه من الصعب دائما تحديد التوقيت الدقيق لما يمكن اعتباره نقطة البدء لفترة معينة من التطور الحضاري للإنسان، إذ إن كل تطور حضاري يمتد بجذوره إلى تطور آخر سابق له، فإن تاريخ إطلاق القمر سبوتنيك يصلح أكثر من أي تاريخ آخر لتحديد بداية ما نسميه الآن عصر الفضاء.

ففي هذا التاريخ تحولت أحلام الإنسان القديمة في الوصول إلى القمر والكواكب واستكشاف الكون، والتي انعكست في التراث الشعبي والقصص

ومسلسلات الخيال العلمي، من خيال وأحلام ومشروعات إلى واقع علمي معيش وتقنية مثمرة يمكن لمس نتائجها والكلام عن نوافذها وتكلفتها.

ولم تكن تكلفة تحقيق هذا الحلم ضئيلة أو قليلة، بل لعل مبادرة الصعود إلى الفضاء هي أكبر المغامرات العلمية تكلفة وأكثرها طموحاً. وقد بلغت تكلفة برنامج أبوللو على القمر وحده عشرين بليونا من الدولارات، وكان برنامجا واحدا من برامج الفضاء.

والآن وبعد أربعين عاما من بداية عصر الفضاء نستطيع أن نقول إن ارتياد الإنسان للفضاء خرج من مرحلة البحث العلمي إلى مرحلة التطبيق الفعلي، ومن سرية المعامل إلى علنية التصنيع والتطبيقات التجارية، ومن كونه مجالا ينتمي بأغلبيته إلى المجالات العسكرية والإستراتيجية إلى مجال تحتل فيه التطبيقات المدنية التي تتصل برفاهية الإنسان النصيب الأكبر.

وعندما يحدث هذا يحق للقارىء العادي-لإنسان القرن العشرين المهتم بما حوله-أن يسأل: ماذا قدمت لنا هذه المغامرة الهائلة التي خصصت لها موارد طائلة من موارد هذا الكوكب؟ ويطلب أن يقيم نتائج هذه التجربة التي تحمل هو-مواطن كوكب الأرض-تكلفتها وتبعاتها وله أن يجني ثمارها.

وفي الغرب لن نجد هذا القارىء صعوبة في إيجاد المعلومات التي تروي ظمأه للمعرفة في هذا المجال وغيره، بقدر رغبته وقدرته على الدخول إلى تفاصيل هذه المعرفة. أما في العالم العربي فلم تجر العادة على أن نتوقع أن تكون مثل هذه المعلومات متاحة بشكل يحترم حق القارىء في أن يعرف ويحترم أيضا قدرته على أن يعرف.

وكاتب هذا الكتاب، باعتباره قد اختار أن يتخصص في هذا المجال منذ بداية عصر الفضاء تقريبا، وقضى فيه نحوا من ثلاثين عاما، يشعر بأن من واجب المشتغلين بالعالم في وطننا العربي أن يقدموا «كشف حساب» عن مجالاتهم وإنجازاتها على فترات زمنية كافية يشرحون فيها ما يجري وأهميته للعالم، لعالمنا نحن على الأخص، وهو يحلم بأنه إذا تحقق هذا بشكل كاف في مجالات عديدة، فإن الإنسان العربي العادي-غير المتخصص-يستطيع أن يعرف ما فيه الكفاية ليحكم حكما مستوعبا مستنيرا، وقد يستطيع عندئذ أن يؤثر في مجرى الأحداث.

بهذا المفهوم إذن كتب هذا الكتاب، وهو من هنا موجه إلى المثقف العربي

والقارئ العادي وإلى الشباب العربي الذي نريد له أن يحيط بتطورات العصر وموقع أمته منها، والذي نعقد عليه الأمل في أن يعيد لأمته مجدها العريق متى صدقت عزائمه واستعان على طريقه بالإيمان والعلم.

وليس المقصود من هذا الكتاب أن يكون «كتالوجا» لأنشطة الفضاء المختلفة، إلا أنه مطلوب منه أن يعطي القارئ فكرة، وإن لم تكن «كاملة» فإنها على الأقل «متكاملة»، عن برامج الفضاء في مراحل تطورها المختلفة وفي صورتها الراهنة.

والأهم من ذلك أن يضع هذه البرامج في سياقها التاريخي والإستراتيجي الذي من دونه قد يبدو بعض منها وكأنه مجرد مغامرات مكلفة.

من ناحية أخرى ليس المقصود من الكتاب أيضا أن يكون كتابا فنيا عن تفاصيل مركبات وبرامج الفضاء، ولكن المطلوب منه أن يكون فنيا بالقدر الذي يسمح للقارئ بتقدير الإنجازات التي تمت في هذا المجال وما تتطلبه من حشد علمي وتقني على المستويات القومية وأحيانا العالمية.

وأخيرا فالمطلوب من هذا الكتاب أن يثير اهتمام القارئ ويجذب انتباهه، وخاصة أولئك الذين نرجو منهم أن يتخصصوا في المجالات العلمية المختلفة ويجددوا فيها عطاء أمتنا العظيم، وهو أمر ممكن وقريب لو صحت العزائم.

والكتاب مقسم إلى سبعة عشر بابا في أربعة أقسام موضوعية. تتناول الأبوب الخمسة الأولى، والتي يمكن اعتبارها القسم الأول من الكتاب، تاريخ خروج الإنسان للفضاء والبرامج الفضائية الرئيسية التي حققت هذا الاقتحام والتي نفذت في الستينات والسبعينات من هذا القرن.

وتتناول الأبواب من السادس إلى التاسع-وتكون معا القسم الثاني-البرامج الفضائية للدول المعروفة بدول نادي الفضاء وعرضا لقدرات هذه الدول، وهي الدول التي نجحت في إطلاق أقمار صناعية بقدراتها الذاتية وتضم إلى جانب روسيا والولايات المتحدة فرنسا وبريطانيا والصين واليابان والهند وإسرائيل.

أما الأبواب من العاشر حتى الرابع عشر، وتكون القسم الثالث من الكتاب، فتتناول الاستخدامات السلمية للفضاء وعرضا لتاريخها وشرحا للتقنيات المستخدمة فيها، وأهمها الأرصاد الجوية والملاحة والمسح الفضائي والاتصالات والبث التلفزيوني والإغاثة والإنقاذ.

وتتناول الأبواب الثلاثة الأخيرة موضوعات متفرقة تتعلق بالفضاء وهي مشكلة الحطام الفضائي في المدار، والجوانب القانونية والتشريعية للفضاء، وأخيرا موقف العرب من عصر الفضاء وإمكانات قيام مشروع فضائي عربي.

ولا يسعني، والكتاب يجد طريقه-بإذن الله-إلى الناشر، إلا أن أشكر القائمين على سلسلة عالم المعرفة التي تقوم بدور جليل في تقديم المعرفة الجادة للقارىء العربي، وأن أشكر والدتي وإخوتي الذين كان لتشجيعهم الفضل في إقدامي على هذا العمل، وأخص بالذكر شقيقي المهندس عمرو عرجون الذي قام بمراجعة فصول الكتاب، وناقشني في كثير من تفصيلاته.

وفي النهاية أهدي هذا الكتاب إلى روح والدي العالم الجليل الشيخ صادق عرجون الذي علمني-وأجيالا معي-حب العلم. أدعو الله له بالرحمة الواسعة، وأسأل الله تعالى أن يقبل هذا العمل وأن يجعله من العلم الذي ينتفع به.

﴿إليه يصعد الكلم الطيب والعمل الصالح يرفعه﴾

صدق الله العظيم (فاطر: ١٥)

وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه، الحمدلله رب العالمين.

الباب الأول
مقدمات

1 الفضاء ذلك المجهول

بسم الله الرحمن الرحيم ﴿**الذي خلق سبع سماوات طباقا، ما ترى في خلق الرحمن من تفاوت، فارجع البصر هل ترى من فطور**﴾ صدق الله العظيم

(الملك-3)

الفضاء... ذلك الساحر الغامض.. الممتد أبدا وإلى ما لا نهاية، ذلك السر الذي خلب لب الإنسان منذ خطا أولى خطواته على ظهر كوكب الأرض. يقول كارل ساجان[1]:

«إن أبعاد الكون هي من الاتساع بحيث لا تجدي معها وحدات قياس المسافة العادية... ولو افترضنا أننا وقفنا عند نقطة عليا تسمح لنا بأوسع أفق للرؤية بين المجرات، فسوف نرى أجزاء متناثرة من الضوء تبدو كالزبد فوق أمواج الفضاء، وبأعداد لا تحصى، وتلك هي المجرات التي يجول بعضها وحيدا أو معزولا بينما يشكل أغلبها عناقيد مجمعة، تتحرك مندفعة معا إلى ما لا نهاية عبر الظلام الكوني الكبير..»[2].

كان حلم استكشاف الفضاء يراود الإنسان منذ انتهى من تأمين احتياجاته الضرورية وبدأ يتأمل الكون من حوله، وظهر هذا الشغف بالفضاء في أدبيات كل الشعوب تقريبا، وكانت مسلسلات باك

روجرز Buck Rogers وفلاش جوردن Flash Gordon[3] وقودا لخيال الصبية في الخمسينيات والستينيات.

وكما يحدث دائما كان الخيال سابقا للواقع، فقد اقترب الإنسان أكثر من الفضاء عن طريق كتابات الكاتب الفرنسي جول فيرن (1828-1905)[4] رائد الخيال العلمي الذي كتب في عام 1865 قصته الشهيرة «من الأرض إلى القمر»، والتي انطلق فيها رواد من الأرض داخل كبسولة فضائية ليدوروا حول القمر، وفي هذه القصة لم تطلق الكبسولة الفضائية من صاروخ عملاق وإنما كان الإطلاق من مدفع كبير ليتغلب على الجاذبية الأرضية.

وكان أهم ما يميز كتابات فيرن اهتمامه بالدقة في الحسابات التي قدمها في كتابه للسرعات والأزمنة والأوزان مما أعطى لكتابته مصداقية تتعدى حدود الاستمتاع العابر بقصة خيالية، وكان يطلب من صهره الذي كان أستاذا للفلك أن يجري له تلك الحسابات[5] التي عكست المعلومات العلمية الدقيقة في عصرها في قالب من الخيال العلمي. وبرزت في كتابات جول فيرن عدة تصميمات تدل على بعد نظر مدهش، ويكفي أن ملامح من تصميماته الخيالية يمكن تعرُّفها في مركبات الفضاء التي صنعت في العصر الحديث للفضاء وحملت ركابا إلى المدار. فمثلا تحدث عن صواريخ مثبتة في المركبة لقيادتها بعد وصولها إلى الفضاء وهو ما اتبع في سفن الفضاء التي أرسلت بعد ذلك بأكثر من قرن كامل.

وفي عالمنا العربي في الخمسينيات -في طفولة كاتب هذه السطور- كانت هناك مجلة سندباد[6]، وكانت هناك شخصية زوزو. وكان زوزو صبيا عفريتا، مشاكسا وعنيدا بشعرته الوحيدة التي كانت تنطلق في مرح في رأسه اللامعة. وعندما زار المريخيون الأرض تسلل إلى مركبتهم، واختطف المريخيون زوزو الذي سبب لهم بالطبع متاعب كثيرة اضطرتهم إلى إعادته إلى الأرض. وانتهت مغامرة زوزو في المريخ، بقولته الشهيرة «ما كان أسخفها فكرة». لكن فكرة غزو الفضاء لم تكن سخيفة بحال، ولم تغادر خيال الأطفال الذين أصبحوا الآن كبارا وعلماء وأصبح عليهم، في النصف الثاني من القرن العشرين، أن يحققوا حلم الأطفال الصغار والكبار منذ تعلم الإنسان كيف يحلم، وذلك هو موضوع هذا الكتاب: الحلم الفضائي وكيف تحقق وماذا أعطى للإنسانية.

تاريخ الصواريخ وأحلام الصعود إلى الفضاء

في فيلم الفانتازيا «ساحر أوز The Wizard of Oz»[7] تسأل الطفلة «جودي جارلاند»: كيف تبدأ رحلتها إلى مدينة «أوز» الخلابة لتقابل الساحر الذي سيحقق لها أحلامها؟ وتكون الإجابة الحكيمة «إنها دائما فكرة طيبة أن نبدأ من البداية».

وتبدأ قصة الفضاء من الصواريخ. .

لم تكن الصواريخ الوسيلة المفضلة للإنسان للصعود إلى القمر في الأساطير والقصص الخيالية، وإنما كانت هناك وسائل أكثر شاعرية وإن كان مشكوكا في فاعليتها مثل التسلق على ضوء القمر في ليلة البدر، أو لصق أجنحة من الشمع للتحليق بها وهي الوسيلة التي يقال إن إيكاروس اليوناني استخدمها للفرار من بطش ملك كريت. وفي تراثنا العربي نعلم أن عالمنا الأندلسي الكبير عباس بن فرناس دفع حياته ثمنا لمحاولته الطموح للتحليق بأجنحة كأجنحة الطيور، إلا أن ابن فرناس -فيما تقول الرواية- نسي أن يركب ذيلا لجسمه الطائر، ولذلك سقط سقطة أودت بحياته. ونحن نعرف الآن القوانين التي تحكم عملية طيران مثل هذه ويمارس هذا النوع من التحليق كرياضة محببة للكثيرين، غير أن هذه المحاولات الجسورة تدل على كل حال، على شجاعة علمية نادرة ورغبة فائقة في المعرفة، وهي لا تقل بحال عن جسارة رائد الفضاء الذي يصعد في كبسولة مغلقة ليقذف في مجال مجهول يعلم أنه قد يفقد حياته ثمنا للمعرفة العلمية ولتقدم الإنسان.

على أن أقرب محاولة يروى أنها نفذت لغزو الفضاء باستخدام الصواريخ ترجع إلى «فان هو» العالم الصيني المعاصر لكريستوفر كولمبس، والذي صنع مركبة فضاء مكونة من كرسي وأجهزة للقيادة وزودها بسبعة وأربعين صاروخا للدفع، ولعب «فان هو» دور رائد الفضاء بأن أوثق نفسه للكرسي وطلب من عماله أن يتقدموا لإشعال الصواريخ التي تحولت إلى وميض هائل وانفجار مروع أدى إلى نسف «فان هو» ومركبته. ويبدو أنه قد توصل لطريقة صحيحة للدفع لكنها كانت بكل تأكيد تحتاج إلى بعض التجارب التي من الأفضل أن تكون دون رواد.

وعلى كل حال فقصة غزو الفضاء تبدأ من اختراع الصواريخ والتي

يجمع المؤرخون على أنها اختراع صيني، ثم انتقلت منهم إلى أنحاء العالم المعمور حينذاك أساسا عن طريق الحروب. ولا شك في أنه كان يدهش الشعوب التي تلتحم مع هؤلاء الصينيين أن يروا هذه السهام النارية المنطلقة إلى مسافات بعيدة تحمل الدمار والهلاك لجيوشهم.

وكان أبرز استخدام موثق للصواريخ هو ما جاء في وصف حصار جيوش جنكيز خان المغولي لمدينة «كاي فينج» عام 1232 ميلادية، وقد وصفه المبشر الفرنسي بيير أنطوان جوبيل في كتابه «تاريخ جنكيز خان والأسر المغولية التي هزمت الصين - 1793»[8]. ويصف جوبيل استخدام الصينيين هذا السلاح عند اشتداد الحصار: «وعندئذ أطلق الصينيون سلاحا ناريا جديدا كان له تأثير كبير في المغول. وعندما أشعل أحدث صوتا كالرعد يمكن سماعه على بعد فراسخ، وعندما سقط احترق وأشعل النار حوله لمسافة ألفي قدم».

وفي نهاية القرن الثالث عشر كان المغول قد أدخلوا هذا السلاح إلى حدود إمبراطوريتهم الممتدة في ذلك الوقت عبر آسيا وأطراف أوروبا. وعنهم أخذ الأوروبيون والعرب هذا الاختراع، وفي مخطوط باللغة العربية بعنوان «الفروسية والمناسيب الحربية» محفوظ بالمكتبة الوطنية بباريس[9] جاء وصف سلاح على شكل «بيضة تقذف وتحرق..» ومعها رسم لهذه القذيفة الصاروخية.

وفي كتاب «تاريخ القديس لويس» وهو لويس التاسع الذي أسر في المنصورة في الحملة الصليبية السابعة، يصف الكاتب واسمه «جوينفيل» كيف أن العرب كانوا يرمون بقذائف حارقة من ضفة النيل الأخرى، وكانت كبيرة «كبرميل النبيذ» وكان الذيل الناري الممتد خلفها «كسيف مشرع ذي حدين» ويصف صوتها بأنه «كالرعد النازل من السماء»[10].

وفي العصور الوسطى المتأخرة عرفت صناعة الصواريخ في أوروبا على نطاق واسع واستخدمت في معارك عديدة بين دويلات أوروبا. ويصف كتاب فرنسي باسم «كتاب القذائف والصواريخ» في عام 1561 كيفية صناعة صاروخ طوله متر. أما المثال المثير للدهشة فجاء في كتاب لرجل اسمه «كونراد هاس» كان يشرف على التسليح في جيش ولاية «سيبوي» (الآن جزء من رومانيا) في الفترة من 1529-1569، وترك رسما وتصميما للصاروخ

يشبه إلى حد بعيد مانراه الآن في الرسوم التخطيطية المبسطة، ويتكون من عدة مراحل وله مقدمة مخروطية وزعانف للتوجيه[11].

وخلال القرون الثلاثة التالية استمر تطور الصواريخ واستخدامها كسلاح حربي إلا أن ظهور البندقية والمدفع وتطور دقة الإطلاق بهذه الأسلحة إلى درجة كبيرة أدى عموما إلى خفوت الاهتمام بالصواريخ حتى منتصف القرن التاسع عشر عندما عاد الاهتمام بالصواريخ في كتابات الخيال العلمي لكتاب مثل جول فيرن و هـ. ج. ويلز، ولكن ليس كسلاح للحرب هذه المرة وإنما كوسيلة لحمل الإنسان إلى الفضاء الخارجي.

الصواريخ في العصر الحديث:

يعود الفضل في بعث الاهتمام العلمي بالصواريخ مرة أخرى في العصر الحديث إلى ثلاثة رجال هم قسطنطين تسولكوفسكي[12] الروسي (1857ـ1935)، وهيرمان أوبرث[13] الألماني (1894 - 1989) وروبرت جودارد[14] الأمريكي (1882-1945). وإلى هؤلاء الرواد يرجع الفضل في الخروج بالصواريخ من حيز الخيال العلمي إلى حيز التطبيق وتطوير المبادىء الأساسية لعمل الصواريخ بحيث يمكنها الخروج بحمولتها من جاذبية الأرض.

وأما تطوير الصواريخ كسلاح حربي حديث فيرجع الفضل فيه إلى الألمان خلال الحرب العالمية الثانية وقبلها، حيث أجروا أبحاثا ناجحة ومستفيضة حول هذا السلاح، وكان أبرز ملامح هذا النجاح تحسين أجهزة التوجيه بحيث يمكن إطلاق الصواريخ لمسافات بعيدة وعلى أهداف محددة، وقد استخدموا هذا السلاح خلال الحرب في قصف لندن.

وعلى صعيد غزو الفضاء يرجع الفضل الأكبر في تطوير القاذفات الصاروخية العملاقة إلى عالمين كبيرين وفريقيهما، وهما الروسي «سيرجي بابلوفيتش كوروليف» (1907-1966) والذي قاد فريق الفضاء الروسي بكل إنجازاته من إطلاق سبوتنيك إلى إطلاق يوري جاجارين وما بعد ذلك من إنجازات سيأتي ذكرها في محلها من هذا الكتاب، والآخر هو الألماني الأمريكي «ثيرنر فون براون» (1912-1977) وهو الذي كان وراء برنامج الصاروخ ف-2 في ألمانيا خلال الحرب العالمية الثانية ووراء برنامج أبوللو للصعود إلى القمر.

صناعة الصواريخ في ألمانيا أثناء الحرب:

ليس من الإنصاف الحديث عن غزو الفضاء دون التعرض للجهود الألمانية في صناعة الصواريخ قبيل وخلال الحرب العالمية الثانية، حيث كانت تلك الجهود المستفيضة أساسا للمحاولات الأولى في الفضاء على كلا الجانبين.

خرجت ألمانيا مهزومة من الحرب العالمية الأولى، وفرض الحلفاء المنتصرون عليها شروطا قاسية في معاهدة فرساي عام 1919 كان من بينها منعها من تطوير السلاح بمختلف أنواعه. غير أن الصواريخ التي لم تكن معروفة في ذلك الوقت، لم تكن ضمن الأسلحة المحظور تطويرها بمقتضى تلك المعاهدة، ولذلك توجهت قدرات ألمانيا العلمية والتقنية نحو تطوير هذه التقنية الجديدة.

وخلال العشرينيات من هذا القرن كان هناك نشاط كبير في ألمانيا لبناء الصواريخ من خلال الجمعيات العلمية الفلكية والفضائية. ومن خلال هذه الجمعيات مارس علماء ناشئون مثل وارنر فون براون وهيرمان أوبرث نشاطهم العلمي في تطوير الصواريخ. وتركزت المحاولات والتجارب على إنتاج صاروخ تجريبي يعمل بالوقود السائل، ونجح أول إطلاق في ألمانيا لصاروخ من هذا النوع في عام 1931. ورغم أن هذه لم تكن أول مرة في العالم لإطلاق صاروخ تجريبي بالوقود السائل، إذ إن روبرت جودارد نجح في أمريكا في إطلاق صاروخ من هذا النوع قبل ذلك بخمس سنوات، فإن نشاط الصواريخ في ألمانيا كان مكثفا، وكان وقوده الكرامة الوطنية والرغبة في إيجاد متنفس للابتكارية الألمانية، وكانت هذه المحاولات تجرى تحت نظر الجيش الألماني وبدعم منه، وفي نوفمبر 1932 تعاقد الجيش الألماني مع وارنر فون براون ليصنع صاروخا يعمل بالوقود السائل.

كانت هذه خطوة تاريخية، إذ إن هذا الرجل نفسه الذي صنّع أول صاروخ ينتج ويستخدم على نطاق واسع وهو الصاروخ الألماني ف -2 بعد ذلك التاريخ بنحو عشر سنوات، مضى بعد ذلك ليضع أول إنسان على سطح القمر باستخدام أضخم صاروخ بناه الإنسان وهو القاذف ساتيرن - 5 الذي حمل أبوللو - 11 ورواده.

بعد ثلاثة شهور كان فون براون قد أنتج أول محرك صاروخي بالوقود السائل مستخدما الأكسجين السائل والكحول، وكان محركا متواضعا ينتج

1 كيلو نيوتن من الدفع(*) ويستمر مشتعلا لمدة 60 ثانية. وبعد شهور من محاولات التطوير حان الوقت لتجميع أول صاروخ من هذا النوع وكان اسمه A-1. وكان عام 1935 تاريخيا بشكل آخر لصناعة الصواريخ، إذ لفت نجاح الفريق نظر رجل كانت أسهمه تصاعدت بشكل صاروخي هي الأخرى وكان قد أصبح خلال بضع سنوات مستشارا لألمانيا، وكان اسم هذا الرجل أودولف هتلر. تبنى هتلر مشروع الصواريخ الألماني وخلال عدة سنوات كان المشروع قد تطور إلى الصاروخ ف-2.

وبين عامي 1944 و1945 تم إنتاج أكثر من خمسة آلاف من هذا الصاروخ. وفي 8 سبتمبر 1944 أطلق على جنوب إنجلترا في حملة الرعب التي عرفتها لندن قرب نهاية الحرب العالمية الثانية. وتوسع نشاط إنتاج الصواريخ في ألمانيا في سنوات الحرب من مختلف الأنواع سواء كانت صواريخ أرض - أرض مثل ف -2 أو صواريخ مضادة للطائرات أو صواريخ جو - جو، وبلغ عدد أفراد فريق فون براون في قمة النشاط أكثر من ستة آلاف عالم ومهندس وفني.

وفي 2 مايو عام 1945 في الأسابيع الأخيرة من الحرب العالمية الثانية سلم فون براون وعدد من رفاقه أنفسهم للجيش الأمريكي، وأسدل بذلك الستار على فصل مثير من تاريخ صناعة الصواريخ ليرتفع بعد أيام قليلة في الولايات المتحدة على بداية صناعة الصواريخ الباليستية العابرة للقارات ثم برنامج الفضاء الأمريكي تحت إشراف وارنر فون براون.

سباق الفضاء بعد سبوتنيك

منذ أطلق القمر الصناعي الروسي سبوتنيك في 4 أكتوبر 1957 أصبح الفضاء هو ساحة التنافس الرئيسية بين القوتين العظميين عسكريا وتقنيا في ذلك الوقت، ولم يكن لدى الولايات المتحدة الأمريكية عندئذ أي برنامج حقيقي للخروج إلى الفضاء، ولكن إطلاق القمر الصناعي السوفييتي سبوتنيك -1 والذي يعتبر إشارة البدء في سباق القرن العشرين لغزو الفضاء كان حافزا كافيا لإيقاظ البرنامج الأمريكي ووضع الولايات المتحدة كل

(*) تقاس قوة الدفع بوحدة تسمى نيوتن، وهي القوة اللازمة لتحريك كتلة مقدارها كيلوغرام واحد يتسارع (عجلة) مقداره 1 متر/ثانية 2.

إمكاناتها العلمية والتقنية وراء هذا الهدف الكبير.

ورغم أن حلم الإنسان بغزو الفضاء كان له دور كبير على الأقل في الحشد المعنوي وراء هذه الجهود، فإن العامل الأكبر كان التنافس بين العملاقين الدوليين: الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي. فمما لا شك فيه أنه عندما بدأت الولايات المتحدة وروسيا سباق الفضاء والذي استعرت حدته في الستينيات والسبعينيات من هذا القرن، كان الهدف بكل تأكيد استغلال الفضاء كجزء من وسائط فرض الهيمنة العسكرية وتحقيق التفوق الإستراتيجي في الصراع الذي كان دائرا بين القوتين إبان الحرب الباردة.

غير أن تغير الظروف العالمية وارتفاع تكاليف برامج الفضاء أدى إلى توجيه النظر إلى ضرورة الاستغلال الاقتصادي للفضاء لاستعادة جزء من تكاليف التطوير الباهظة. كما أن دخول لاعبين جدد إلى هذا المجال وهم أوروبا والصين واليابان والهند، وليس لأي منهم بصفة عامة طموحات عسكرية كونية، أدى إلى احتدام التنافس في مجال الاستغلال التجاري للفضاء والتركيز على الجانب الاستثماري في هذا الإنفاق الهائل.

وكان السبب الأخير والقوي هو تطور تقنيات الفضاء بالقدر الذي جعلها تعطي نتائج تطبيقية إيجابية كشفت عن الإمكانات الهائلة الكامنة في هذه التقنيات الجديدة، وإمكان استغلالها لصالح الإنسان والتنمية وتحسين مستويات المعيشة.

وأهم هذه التقنيات الفضائية هي المسح الفضائي للموارد (الاستشعار عن بعد) والتي أصبح كوكب الأرض بعدها ككرة معلقة في الفضاء تحيط بها أصابع خفية تمتد من الأقمار الصناعية المحلقة حولها يستطيع الإنسان عن طريقها أن يصل إلى أي نقطة فيها لينقب فيها أو يكشف عن أسرارها. ونحن نتكلم هنا عن الموارد المائية والمياه الجوفية والثروات البترولية والمعدنية، وكلها لم تعد في حاجة إلى بعثات مجهزة تجوب الصحاري وتحفر تحت التربة لتستكشف الموارد، بل يكفي تحليل الصور والمعلومات التي تلتقطها الأقمار الصناعية في كل ثانية وتزود بها مراكز المعلومات في الدول التي تمتلك تلك التقنيات، ثم يأتي بعد ذلك دور البعثات الأرضية لتمد يدها بالحفر في المواقع التي حددتها الأقمار.

وهناك تقنيات الاتصال أو مايسمى بثورة الاتصالات وهي الشق الآخر

من ثورة المعلومات التي يعتبر الحاسب الإلكتروني وتقنيات معالجة المعلومات شقها الأول.

ثم هناك تطبيقات الملاحة الجوية والبحرية، والتي أصبحت الطائرة فيها في كل جزء من الثانية تحت مراقبة ومتابعة مستمرة من الأقمار الصناعية مما يتيح إمكان التحكم في مسارات هذه الطائرات وزيادة كثافة حركتها نتيجة الاستغلال الأمثل للمسارات، وهو تطبيق يزيد كفاءة حركة الطيران المدني أضعافا مضاعفة.

وتأتي بعد ذلك تطبيقات الأرصاد الجوية وارتفاع دقة التنبؤ بها نتيجة أننا أصبحنا باستخدام الأقمار الصناعية نستطيع أن نرى العناصر الجوية وهي تتفاعل، ونرى الأعاصير وهي تتكون، ونلتقط لها صورا ينقلها التليفزيون إلى غرف معيشتنا. وأمكن عن طريق هذه التقنية تقليل أثر الكوارث الطبيعية بتحذير سكان المناطق المهددة في وقت مبكر، كما استخدمت تقنيات الأقمار الصناعية في الإغاثة والإنقاذ في كوارث الانهيارات الجليدية وعلى منصات البترول في وسط المحيطات.

واستطاعت الدول، بدرجات مختلفة، أن تضع تقنيات الفضاء في خدمة شعوبها واقتصادها، وبدأت الدول المنتجة للتقنية في تسويق هذه التقنيات والخدمات الناتجة عنها، وأخذت كل دولة منها بالقدر الذي تستطيع استيعابه من الفوائد والعائد التقني والتطبيقي.

ولا شك في أنه من الإنصاف أن نقول إن الدافع الرئيسي وراء برامج الفضاء لم يكن استخدام هذه التقنيات المذهلة للأغراض المدنية السلمية، بل كان، في الواقع، خوف كل من القوتين أن تنجح الأخرى في استخدام الفضاء كمنصة عسكرية لشن معركة نهائية وفاصلة تنهي كل المعارك، وتنهي لعبة التنافس ذاتها، وهو في الحقيقة ماحدث بالفعل، إذ إن هناك ما يدل على أن بداية انهيار الاتحاد السوفييتي، وهو الانهيار الذي تسارع لأسباب داخلية تتعلق ببنية النظام نفسه، كان هو مبادرة «حرب النجوم» التي أعلنها الرئيس ريجان والتي بدا أنه مصمم على المضي فيها إلى النهاية رغم التكلفة المالية الباهظة ورغم معارضة عدد كبير من الإستراتيجيين والعلماء بدعوى أن التقنيات الرئيسية لهذه المبادرة لم تستوف بعد.

وتعتمد مبادرة حرب النجوم على إنشاء مظلة من الأقمار الصناعية تدور حول الأرض بصفة مستمرة وترصد أي صواريخ عبارة للقارات تخرج من مكامنها (يتم ذلك عن طريق رصد الإشعاع الحراري لفوهة الصاروخ أساسا) وترسل المعلومات بموقع وسرعة واتجاه الصاروخ إلى أقمار أخرى ترسل حزما من أشعة الليزر لتدمير الصواريخ المهاجمة -وهو سلاح لم يكن قد تطويره عند إعلان المبادرة- أو كمرحلة أولى ترسل إشارات لصواريخ مضادة تعترض الصواريخ المهاجمة وتدمرها.

كانت هذه خطة شاملة لمعركة جديدة ساحتها الفضاء الخارجي وتعتمد بكثافة على تقنيات الاتصال والحاسبات وتقنيات أخرى تحت التطوير. وكان نجاح دولة ما في استكمال هذه الشبكة يعني ببساطة إمكان توجيه ضربة حاسمة للدولة الأخرى مع عدم إمكان الرد عليها وإلغاء نظرية الردع النووي المتبادل التي بني عليها توازن القوى خلال فترة الحرب الباردة، وكان المتوقع أن الدولة التي لديها الإمكانات لإنشاء مثل هذه الشبكة هي الولايات المتحدة، وكانت هذه أول معركة تشن بالكامل في ساحة الفضاء الخارجي.

أدرك الاتحاد السوفييتي أنه لن يكسب هذه الجولة التي تعتمد أكثر ما تعتمد على تقنيات الاتصال والتحكم والإلكترونيات والحاسبات التي حققت فيها الولايات المتحدة سبقا لا يمكن تجاوزه. وحيث إن خسارة الجولة كانت تعني مباشرة خسارة الحرب فإن الاتحاد السوفييتي آثر أن ينسحب ويعلن تخليه عن تلك الجولة الأمر الذي أدى إلى تداعيات انتهت بفك الاتحاد السوفييتي. وهكذا انتهى الصراع الذي بدأ بين القوتين بعد انتهاء الحرب العالمية، واتخذ في جانب كبير منه صورة تنافس حاد في الفضاء منذ عام 1957 حتى 1987 تقريبا أو نحو ثلاثة عقود كاملة.

وخلال هذه العقود شنّت دول الفضاء وخاصة الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي، برامج هائلة لغزو الفضاء واستغلاله في تطبيقات مختلفة لكل منها تقريبا جانباه السلمي والعسكري. كانت هناك البرامج التي تهدف أولا إلى تطوير تقنيات الفضاء والتعامل مع المشاكل التي يطرحها صعود الإنسان إلى الفضاء مثل ميركوري وجيمني وفوستوك وفوسخود، وكانت هناك البرامج التي تهدف إلى سبر أغوار الفضاء واستكشاف النظام

الشمسي وكواكبه وحتى الخروج منه مثل برنامج مارينر الأمريكي لاستكشاف المريخ وفينيرا الروسي للهبوط على الزهرة.

وكانت هناك برامج أقمار الاستطلاع العسكري وتطوير تقنياتها وهو ما تطور في جانبه السلمي إلى برامج الاستشعار عن بعد. وكانت هناك برامج للرصد الجوي وهو تطبيق في أغلبه سلمي، وبرامج الملاحة الجوية والبحرية ولها جانباها المدني والعسكري. وهناك برامج أقمار الاتصالات وهو أحد أنجح ثمار غزو الفضاء والتي أعطت عوائد مدنية وسلمية كبيرة في مجالات تسهيل الاتصالات وربط العالم كله بشبكة كثيفة من أقمار الاتصال والبث التليفزيوني، وهذه الأخيرة تثير قضايا عديدة تتعلق بالهيمنة الثقافية كناتج للهيمنة التكنولوجية.

ورغم أنه من الصعب أن نقدم حصرا شاملا وكاملا لكل برامج الفضاء، فإنه قد يكون من المناسب هنا أن نحيط بشكل موجز وشامل ببرامج الفضاء الأولى التي قام بها كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة وأهدافها، ويمكننا من خلال فحص هذه البرامج أن نلم بالتطور الذي اتخذته مغامرة الإنسان في الفضاء في سنواتها الأولى.

ويقدم الجدول (1-1) ملخصا لبرامج الفضاء في العشرين عاما الأولى من خروج الإنسان إلى الفضاء وتاريخ وأهداف كل منها، وقد رتبت حسب العام الذي بدأ فيه البرنامج، بينما يقدم الجدول (1-2) قائمة بالأحداث الرئيسية في غزو الفضاء وبهما معا نستطيع أن نكون صورة مبدئية عن حجم الإنجاز الإنساني في الفضاء. ويمكن لنا بعد ذلك أن نبدأ رحلتنا لنتعرف بشيء من التفصيل هذا الإنجاز الكبير الذي تم في النصف الثاني من هذا القرن، وهي الفترة التي يطلق عليها بحق عصر الفضاء.

جدول 1 – 1 برامج الفضاء السوفييتية والأمريكية
من بداية عصر الفضاء حتى 1978

رقم	اسم البرنامج	الدولة	السنوات	الهدف	عدد الإطلاقات
1	سبتونيك	الاتحاد السوفييتي	57 – 1958	إطلاق أقمار في مدار حول الأرض	3
2	اكسبلورر	الولايات المتحدة	58 – 1959	إطلاق أقمار علمية في مدار حول الأرض	38
3	فانجارد	الولايات المتحدة	58 – 1959	إطلاق أقمار حول الأرض	3
4	بيونير 5-9	الولايات المتحدة	60 – 1968	قياس خصائص الفضاء بين الكواكب	5
5	لونيك 1 – 3	الاتحاد السوفييتي	1959	الجيل الأول – تصوير القمر	3
6	فوستوك	الاتحاد السوفييتي	61 – 1964	إطلاق رائد فضاء حول الأرض	6
7	رينجر	الولايات المتحدة	61 – 1965	تصوير سطح القمر تمهيداً للنزول عليه	9
8	ميركوري	الولايات المتحدة	61 – 1963	إطلاق كبسولات بها قرود ثم برواد فضاء	26
9	أبللو	الولايات المتحدة	61 – 1972	تصوير سطح القمر ثم الهبوط عليه	11
10	فينيرا	الاتحاد السوفييتي	61 – 1983	إطلاق كبسولة للزهرة	16
11	مارس	الاتحاد السوفييتي	62 – 1973	وضع كبسولة في دار المريخ	16
12	مارينر	الولايات المتحدة	62 – 1973	مسير فضائي للزهرة والمريخ وعطارد	10
13	لونا (4 – 14)	الاتحاد السوفييتي	63 – 1968	الهبو الآلي اللين على القمر	11
14	فوسخود	الاتحاد السوفييتي	64 – 1966	السير في الفضاء	2
15	زوند	الاتحاد السوفييتي	64 – 1969	تصوير القمر والطيران بين الكواكب	6
16	جيميني	الولايات المتحدة	65 – 1966	البقاء في المدار تمهيداً لأبوللو	12
17	سويوز	الاتحاد السوفييتي	1967		
18	لونار أوربيتر (الطواف القمري)	الولايات المتحدة	66 – 1967	تصوير القمر من المدار لاختيار موقع الهبوط تمهيداً لأبوللو	5
19	سرفيور (الراصد	الولايات المتحدة	66 – 1968	إنزال مسبر على سح القمر تمهيداً لأبللو	7
20	لونا (15 – 24	الاتحاد السوفييتي	69 – 1976	إحضار عينات من تربة القمر – إنزال مركبة آلية	10
21	بيونير (10– 11)	الولايات المتحدة	72 – 1973	المشتري وزحل	2
22	بيونير (10– 11)	الولايات المتحدة	1978	قياس جو وسطح الزهرة	2
23	فايكنج	الولايات المتحدة	1976	الهبوط بمركبة آلية على المريخ	2
24	فواياجير	الولايات المتحدة	1977	استكشاف أربعة كواكب خارجية في النظام الشمسي	2

جدول 1 – 2 الأحداث الرئيسية في غزو الفضاء

حتى 1996

	التاريخ	الدولة	الحدث
1	16 مارس 1926	الولايات المتحدة	إطلاق أول صاروخ بالوقود السائل (روبرت جودارد)
2	13 يونيو 1942	ألمانيا	إطلاق الصاروخ الألماني A-4 (أصبح فيما بعد V2)
3	4 أكتوبر 1957	الاتحاد السوفييتي	إطلاق أول قمر صناعي في الفضاء – سبوتنيك – 1 – بزوغ عصر الفضاء
4	31 يناير 1958	الولايات المتحدة	ألو إطلاق مداري أمريكي – القمر الصناعي اكسبلورر
5	1 أكتوبر 1958	الولايات المتحدة	إنشاء الهيئة القومية للطيران والفضاء "ناسا"
6	4 أكتوبر 1959	الاتحاد السوفييتي	أول مركبة تصل إلى القمر وتصور الجانب المظلم لونيك – 3
7	1958	الولايات المتحدة	إطلاق أول قمر صناعي للاستخدامات المدنية (اتصالات)
8	12 أبريل 1961	الاتحاد السوفييتي	يوري جاجارين يدور حول الأرض فوستوك – 1
9	1962	الولايات المتحدة	أول مسبر فضائي (مارينر – 2) يصل للزهرة
10	16 يونيو 1963	الاتحاد السوفييتي	صعود أول رائدة فضاء سوفييتية
11	18 مارس 1965	الاتحاد السوفييتي	ألول إنسان يمشي في الفضاء – فوسخود 2
12	1965	الولايات المتحدة	المركبة مارينر – 4 تصل إلى المريخ
13	26 نوفمبر 1965	فرنسا	إطلاق أول قمر صناعي فرنسي
14	31 يناير 1966	الاتحاد السوفييتي	أول هبوط لين بمركبة آلية على سطح القمر – المركبة لونا – 9
15	ديسمبر 1968	الولايات المتحدة	أول إنسان يدول حول القمر
16	20 يوليو 1969	الولايات المتحدة	أبوللو – 11 أول إنسان يهبط على القمر
17	24 أبريل 1970	الصين	الصين تدخل سباق الضاء – إطلاق أول قمر صناعي صيني
18	19 أبريل 1971	الاتحاد السوفييتي	أول محطة مدارية – سالبوت 1
19	1974	الولايات المتحدة	أول مسبر يصل إلى المشتري (بيونير – 10)
20	9 سبتمبر 1975	اليابان	اليابان تدخل عصر الفضاء – أول قمر صناعي ETS-1
21	18 يوليو 1980	الهند	اهند تدخل عصر الفضاء – القمر الصناعي روهيني – 2
22	1984	الولايات المتحدة	صعود أول رائدة فضاء أمريكية
23	أبريل 1984		استخدام المقعد النفاث خارج المكوك
24	أبريل 1984		إصلاح أول قمر صناعي برواد المكوك
25	8 فبراير 1985		إطلاق القمر الصناعي العربي الأول
26	18 يونيو 1985		إطلاق القمر الصناعي العربي الثاني
27	18 يونيو 1985		طيران أول رائد فضاء عربي (سعودي)
28			طيران ثاني رائد فضاء عربي (سوري)
29	28 يناير 1986		احتراق مكوك الفضاء الأمريكي كولومبيا
30	1987	الاتحاد السوفييتي	أول محطة مدارية مأهولة بصفة مستمرة (مير)
31	19 سبتمبر 1988	إسرائيل	إسرائيل تطلق أول قمر صناعي أفق – 1
32	21 ديسمبر 1988	الاتحاد السوفييتي	أول إنسان يقضي عاما كاملا في الفضاء
33	1995		بدء التدريب على المحطة الدولية ألفا
34	أبريل 1995		إطلاق أول مرصد فضائي (هابل)
35	16 مايو 1996		إطلاق القمر الإسرائيلي للاتصالات
36	يوليو 1996		إطلاق أول أقمار الجيل الثاني للعربسات

2 علوم الفضاء

قبل أن نبدأ الحديث عن تحدي الفضاء والإنجازات العلمية والتقنية الهائلة التي تحققت في هذا المجال، يحسن بنا، حتى تسهل متابعة التفاصيل الفنية التي لابد منها للوقوف على حجم التحدي العلمي الذي واجه الإنسان عندما أخذ على عاتقه الخروج من كوكبه الصغير إلى الفضاء الواسع، أن نتناول بالمناقشة بعض المفاهيم الأساسية المتعلقة بهذا المجال.

يقصد بعلوم الفضاء أو الفضائيات Astronautics مجموعة المعارف التي تستخدم في إطلاق مركبة صناعية من الأرض والتحكم في مسارها والاتصال بها ومتابعتها حتى تؤدي مهمة معينة في الفضاء أو في مدار محدد.

وترتكز علوم الفضاء على مجموعة العلوم الأساسية للميكانيكا والفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة وبعض الموضوعات المتفرعة عنها وكذلك بعض العلوم المتخصصة. والمشكلات التي يتعرض لها علم الفضائيات تشمل حساب المسارات والمدارات للمركبات الفضائية والتحكم فيها والتي تعالج في نطاق علوم ميكانيكا الأجرام السماوية والتوجيه والتحكم الآلي، والاتصال بين المركبة

والأرض وهو مجال علوم الاتصالات، ثم تصميم وتصنيع القاذفات العملاقة التي تحمل هذه المركبات إلى مداراتها، وتقع هذه في مجال علوم الدفع والديناميكا الهوائية والحرارية وتصميم الهياكل، وأخيرا نظم حفظ ودعم الحياة لرواد الفضاء في المهام المأهولة.

ويعتبر علم ميكانيكا الأجرام السماوية، وهو مجموعة القوانين التي تحكم حركة الأجسام تحت تأثير الجاذبية، الأب الشرعي لعلوم الفضاء، وهو بطبيعة الحال أقدم هذه العلوم إطلاقا ويعتمد على ميكانيكا نيوتن والتي تستطيع التنبؤ بحركة هذه الأجسام بشكل دقيق للغاية. والواقع أن الدراسات الخاصة بحساب مسارات الأجسام المقذوفة من الأرض قديمة جدا وترجع إلى كبلر[1] ومن قبله إلى كوبرنيكوس[2]، ومن سبقهما من العلماء الإغريق والعرب والهنود، إلا أن الإنجاز بطبيعة الحال هو في الوصول إلى التقنية التي تستطيع تحقيق الحسابات النظرية.

ومن المفيد أن نلفت النظر هنا قليلا إلى العلاقة بين العلم والتكنولوجيا في مجال الفضاء، فالواقع أن مجموعة العلوم الأساسية لهذا المجال المبهر هي كلها علوم تقليدية، وقوانينها متاحة ومعروفة لسنوات طويلة، ولذلك فإن الإنجاز الحقيقي في غزو الفضاء هو إنجاز تقني بالدرجة الأولى.

ونستطيع أن نضيف أيضا الملحوظة التالية بشكل عابر، وهي أن أهم مايميز عصرنا هذا هو الانتقال من العلوم إلى التكنولوجيا، وأن مقياس التقدم لم يعد هو التحصل على العلوم فقط، بل نجاح المجتمع في تحويل هذه العلوم البحتة إلى تقنيات يسخرها لخدمته، ومن هنا فإن الدول المتقدمة لا تجد ضرورة لإقامة حواجز على العلوم، بل تجعلها متاحة بشكل ميسر لعلمائنا من دول العالم الثالث الذين تحفل بهم معاملها وجامعاتها، غير أنها تقيم أشد الحواجز وأكثفها أمام نقل هذه التقنيات، ومن هنا تأتي أهمية قضية استنبات التكنولوجيا والتي هي أمر لابد منه للتقدم في عالم لا يمكن فيه «شراء» التقنية بأي ثمن.

هذه ملاحظة عابرة ولكنها شديدة الأهمية تتعلق بالمشكلة التي لا نزال نبحث لها عن حل منذ خرجت أمتنا إلى المعاصرة دون أن نخطو فيها خطوة واحدة، وهي ماذا نفعل مع التكنولوجيا. والآن فإن فهما مبسطا للقوانين التي تحكم حركة هذه الأجسام يعتبر أمرا لا غنى عنه لمتابعة المناقشة.

كيف تفلت المركبة الفضائية من جاذبية الأرض؟

إذا ربطنا حجرا في خيط طويل نسبيا وأدرناه بسرعة كبيرة فإننا نحس بشد في الخيط وأن الحجر يريد أن ينطلق بعيدا إلا أن الخيط يمسكه. وإذا استمر دوران الخيط فإن الحجر يظل في مسار دائري، وهو في هذه الحالة يتوازن بين قوتين: قوة طرد إلى الخارج تقابلها قوة جذب في الخيط.

والقانون الذي يحكم حركة الحجر في هذه الحالة هو قانون القوة الطاردة المركزية، ويمكن التعبير عن القوة الطاردة المؤثر في الجسم في هذه الحالة بالعلاقة:

ق= ك ع2/نق

أو أن القوة المؤثرة في الجسم تساوي كتلته مضروبة في مربع السرعة ومقسومة على نصف قطر الدائرة التي يدور فيها.

ويمكن تطبيق هذا القانون على الأجسام الفضائية بإعطاء الجسم سرعة أفقية (في اتجاه مواز لسطح الأرض وليس عموديا عليه). وإذا افترضنا إمكان استمرار الجسم في تلقي هذه السرعة الأفقية (كأن يكون لديه قوة دفع خاصة به) فإنه يقع تحت تأثير قوة طاردة إلى الخارج تميل إلى دفعه باستمرار إلى أعلى، وتتوقف قيمة هذه القوة الطاردة على كتلة الجسم ومقدار السرعة المعطاة للجسم وكذلك على بعده عن مركز الأرض.

وحيث إن أي جسم قرب سطح الأرض يقع أيضا تحت تأثير الجاذبية الأرضية، فإن هذا الجسم المتحرك أفقيا بسرعة كبيرة يقع تحت تأثير قوتين متضادتين: قوة الجاذبية والقوة الطاردة الناشئة عن سرعتها، فإذا كانت سرعة الجسم الأفقية كبيرة بدرجة كافية بحيث ينتج عنها قوة طاردة تعادل قوة الجاذبية فإن الجسم يظل يدور في مسار دائري حول الأرض، وتسمى هذه السرعة بالسرعة المدارية.

وإذا كانت سرعة الجسم أقل من السرعة المطلوبة فإن الجسم يسقط نحو الأرض، أما إذا كانت سرعة الجسم أكبر من السرعة المدارية بدرجة كافية فإن الجسم يمكن أن ينطلق مفلتا من نطاق الجاذبية الأرضية، وتسمى تلك السرعة بسرعة الإفلات. وبين السرعة المدارية وسرعة الإفلات فإن الجسم يتخذ مدارا بيضاويا يتوقف شكله على السرعة التي يتحرك بها الجسم الفضائي.

السرعة المدارية وسرعة الإفلات

ومن هنا يمكننا تحديد السرعة اللازمة للبقاء في مدار دائري وتسمى «السرعة المدارية الأولى» ولنرمز لها بالرمز ع١، بأنها السرعة التي تنتج عنها قوة طاردة تعادل الجاذبية، وتؤدي هذه العلاقة إلى:

$$ع١ = \sqrt{\frac{ي}{نق}}$$

أو أن السرعة المدارية الأولى تساوي الجذر التربيعي لحاصل ضرب نصف قطر الكرة الأرضية في رقم طبيعي معروف (ي). والرقم الثابت (ي) يعطى من العلاقة:

$$ي = م ج$$

حيث م كتلة الأرض، وج يسمى ثابت الجاذبية الأرضية وهو معدل تغير سرعة جسم يسقط حرا تحت تأثير الجاذبية الأرضية.

وعند خط الاستواء فإن نصف قطر الأرض يساوي 6378 كيلومترا والثابت ي يعادل 398600,4 كم^3/ث^2، وبذلك فإن ع١ عند خط الاستواء تعادل 7,9 كيلومتر في الثانية.

وإذا كانت الأرض دون غلاف جوي، أي دون مقاومة للهواء مثل القمر أو زحل، فإنه يمكن إطلاق قمر في مدار دائري عند سطح الأرض إذا أمكن لنا إيصاله إلى هذه السرعة. لكن جو الأرض يحدث مقاومة كبيرة ولذلك سوف يفقد القمر الصناعي سرعته ويسقط تحت تأثير الجاذبية إذا أطلق عند سطح الأرض.

ولذلك فعند إطلاق جسم فضائي فإنه يحمل بوساطة قاذف إلى ارتفاع معين حيث يكون سمك الغلاف الجوي ضئيلا وبالتالي لا يحدث مقاومة كبيرة، ثم يعطى سرعة أفقية ليظل يدور في مداره المحدد أو يخرج منه إلى الفضاء الفسيح. وتبدأ مقاومة الهواء في النقصان بدرجة كبيرة عند ارتفاع 200 كيلومتر، وعلى هذا الارتفاع على سبيل المثال يمكن إعطاء الجسم مدارا دائريا بإعطائه سرعة أفقية تبلغ 7,8 كيلومتر في الثانية.

وليستطيع القمر الصناعي الإفلات من جاذبية الأرض - وليس مجرد البقاء في مدار دائري كأن يكون في رحلة للقمر مثلا - فلابد أن تكون له طاقة حركية أو سرعة معينة تسمى سرعة الإفلات Escape Velocity وتختلف

قيمتها حسب الارتفاع نظرا لأن جاذبية الأرض تختلف حسب الارتفاع. فعند سطح الأرض تبلغ هذه السرطة 18 ,11 كيلومترا في الثانية، وعلى ارتفاع 200 كيلومتر من سطح الأرض تبلغ سرعة الإفلات 01 ,11 كيلومترا في الثانية. فإذا أردنا أن يخرج الجسم من مجال الجاذبية الأرضية يجب إعطاؤه سرعة أفقية أكبر من سرعة الإفلات، وبطبيعة الحال فإنه لا يمكن إعطاء الجسم هذه السرعة على سطح الأرض حيث تلزم مسافة وزمن معينان لتسارع المركبة والقاذف الذي يحملها لتصل إلى هذه السرعة، لذلك فإن سرعة الإفلات تكون عادة على ارتفاع معين من سطح الأرض.

أما للوصول إلى مدار معين حول الأرض فتكفي سرعة متوسطة تقع بين السرعة المدارية الأولى وسرعة الإفلات، ويتحدد شكل المدار بالسرعة الأفقية التي تعطى له بعد وصوله إلى الارتفاع المطلوب.

فإذا أعطي الجسم سرعة أكبر من السرعة المدارية الأولى لكنها أقل من سرعة الإفلات يظل تحت تأثير الجاذبية الأرضية لكنه يتخذ مسارا بيضاويا يعرف رياضيا بالقطع الناقص. أما إذا كانت السرعة أقل 8 ,7 كيلومتر، وهي الحد الأدنى للبقاء في المدار، في الثانية فسوف يكون الإطلاق «تحت مداري Suborbital» وسوف يسقط الجسم إلى الأرض بعد فترة معينة.

العناصر الأساسية للمهمة الفضائية

يمكننا أن نحدد العناصر الأساسية للمهمة الفضائية بأنها:

مدار يمكن منه تحقيق مهمة معينة...

ومركبة تستطيع تحقيق المهمة المطلوبة...

وقاذف يستطيع حمل المركبة إلى مدارها أو خارج مجال الجاذبية.

فبناء على طبيعة المهمة والمطلوب منها يتم تحديد المدار المطلوب إرسال القمر الصناعي أو المركبة الفضائية إليه.

وبناء على متطلبات المهمة يتم تصميم مركبة تستطيع الوفاء بهذه المتطلبات سواء كانت تصويرا من الفضاء أو إجراء بعض التجارب العلمية أو حمل رواد فضاء إلى القمر أو النزول دون رواد على المريخ.

وبناء على وزن المركبة وارتفاع المدار تتحدد قدرة القاذف الموكل إليه حملها ووضعها في مدارها حول الأرض أو الخروج بها من جاذبية الأرض

كلية إلى القمر أو أحد كواكب المجموعة الشمسية، أو حتى تخرج تماما إلى الكون الفسيح.

المركبات الفضائية وأنواع المهام

وتنقسم المركبات الفضائية إلى خمسة أنواع حسب طبيعة المهام التي تسند إليها، وهي الأقمار الصناعية والمسابر الفضائية والمركبات المأهولة وغير المأهولة ومحطات الفضاء.

1- **الأقمار الصناعية Satellites**، وهي مركبات تدور حول الأرض على ارتفاع يتراوح بين 100 ميل وعدة آلاف من الأميال، وتؤدي مهام معينة متصلة عادة بكوكب الأرض كالاستطلاع والاتصال وقد أطلق منها منذ بدء عصر الفضاء عدة آلاف(3).

2- **المسبرات الفضائية غير المأهولة unmanned space probes**، وهي مركبات فضائية تترك جاذبية الأرض تماما وتسافر إلى القمر وعبر الكواكب لإجراء تجارب علمية والحصول على قياسات معينة.

3- **المركبات المأهولة manned space vehicles**، ومهامها هي أكثر المهام صعوبة وتعقيدا وتمثل ذروة التقنية في صناعة الفضاء، وأهم هذه المركبات هي أبوللو وسويوز ومكوك الفضاء.

4- **المركبات غير المأهولة**، وهي مركبات يناط بها أداء مهام معينة قد تشكل خطورة على الإنسان أو لا يستطيع القيام بها، مثل النزول على المريخ، ومن أمثلتها المركبة فايكنج الأمريكية التي نزلت على سطح المريخ.

5- **محطات الفضاء space stations** وتمثل محاولة الإنسان استيطان الفضاء، وأهمها محطات الفضاء ساليوت ومير وسكاي لاب وألفا.

المدارات واستخداماتها

المدار هو مسار القمر الصناعي حول كوكب الأرض، ولذلك فعندما نتحدث عن استخدامات المدارات المختلفة فإننا نتكلم عن مهام متعلقة بكوكب الأرض يؤديها القمر الصناعي من المدار، ويتوقف ارتفاع المدار أو بعده عن الأرض على طبيعة المهمة والسرعة التي يراد أن يدور بها القمر

حول الأرض.

وكلما كان المدار قريبا من الأرض كانت سرعة القمر أكبر كما هو واضح من معادلة السرعة المدارية التي سبق ذكرها، فأقمار الاستطلاع القريبة من الأرض سريعة جدا ولذلك لا تمكث طويلا فوق النقطة المراد تصويرها. وهناك أقمار تمكث عدة ساعات فوق المنطقة المراد رصدها وأخرى تدور مع دوران الأرض، ولذلك تعتبر ساكنة فوق المنطقة التي تطلق فوقها، وهذه هي أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني.

وهناك عموما ثلاثة أنواع من المدارات حول الأرض تطلق إليها الأقمار الصناعية لأداء مهامها المختلفة، وهي:

المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit

وهو مدار قريب من الأرض ويكون ارتفاعه في حدود مائتين إلى ثلاثمائة كيلومتر، وتوضع فيه الأقمار الصناعية بغرض الرصد والاستطلاع والمسح الفضائي لمنطقة معينة، ويغطي مساره تلك المنطقة أساسا، ويحتاج إلى قاذف ذي قوة محددة نسبيا، وهذا هو السر في أن جميع برامج الفضاء تبدأ بأقمار من هذا النوع.

وقد يكون المدار المنخفض دائريا وفي هذه الحالة يظل بعده عن الأرض ثابتا، أو بيضاويا وفي هذه الحالة يعرّف المدار بأدنى وأقصى ارتفاع له عن الأرض.

ويحدد ارتفاع المدار مدى دقة التصوير أو المسح الذي يقوم به القمر، ولذلك فقد يكون من المطلوب أن يكون المدار بيضاويا ليقوم القمر بنوعين من المسح والتصوير الفضائي: تفصيلي من مسافة قريبة، وشامل أو بانورامي عندما يكون القمر في القطاع البعيد من المدار ويطلق على أقصى ارتفاع اسم «الأوج» وأقل ارتفاع اسم «الحضيض».

ومن أمثلة المدار الأرضي المنخفض المدار الذي أطلقت إليه إسرائيل أقمارها الصناعية «أفق - 1» و«أفق - 2» وقمرها الاستطلاعي الأخير «أفق - 3». وقد أطلقت إسرائيل القمر الصناعي «أفق - 3» في 5 أبريل 1995 إلى مدار بيضاوي يتراوح ارتفاعه بين 250 كيلومترا في أدنى نقطه و700 كيلومتر في أقصاها، ويقوم بدورة كاملة حول الأرض كل 90 دقيقة.

ويتحدد موقع المدار أو «ميله» بالمنطقة التي يراد من القمر تغطيتها، فقد يكون المدار في مستوى خط الاستواء، لكنك لو أردت تصوير فرنسا مثلا من قمر في هذا المدار فإن أجهزة التصوير لابد أن تكون مائلة إلى الشمال بزاوية كبيرة، كما أن القمر لابد أن يكون على ارتفاع كبير، والأفضل أن يمر القمر في هذه الحال فوق فرنسا مباشرة. ولذلك يطلق القمر المخصص لمثل هذا الغرض في مدار مائل على خط الاستواء، أي أن مستوى الدائرة التي يقع فيها المدار مائل على مستوى الدائرة الاستوائية. وفي هذه الحال يغطي القمر المناطق التي تقع تحته خلال دورانه مع ملاحظة أن الأرض نفسها تدور حول محورها.

وقد يزيد ميل المدار حتى يصبح عموديا على دائرة خط الاستواء وفي هذه الحال يكون مدارا قطبيا.

المدار القطبي Polar Orbit

وهو مدار متوسط الارتفاع حول الأرض، وتوضع فيه الأقمار المستخدمة للاستشعار والمسح الفضائي للكرة الأرضية بأكملها، ويدور القمر في المدار القطبي من الجنوب إلى الشمال، بينما تدور الأرض تحته من الغرب إلى الشرق. ولذلك يتميز القمر الذي يدور في مدار قطبي بأنه يستطيع أن يرصد كل نقطة على سطح الكرة الأرضية في وقت ما. ويبلغ ارتفاع المدار القطبي المستخدم لقمر الاستشعار الفرنسي «سبوت» 825 كيلومترا ويستكمل رصد الكرة الأرضية بأكملها في 26 يوما ويبلغ عرض شريط الرصد له نحو مائة وثمانية كيلومترات.

ويحتاج القمر الصناعي إلى قاذف متوسط القوة لوضعه في مدار قطبي، ولذلك يمثل عادة المرحلة الثانية في تطور برامج الفضاء.

مدار الثبات الجغرافي Geostationary Orbit

إذا أطلق قمر صناعي إلى مدار على ارتفاع 22 ألف ميل في مستوى دائرة الاستواء تعادل السرعة اللازمة للاحتفاظ به في هذ المدار تماما سرعة دوران الأرض حول محورها. ومن هنا فإن قمرا يطلق إلى هذا المدار وبهذه السرعة يبدو ثابتا أو معلقا فوق بقعة معينة من الأرض، والحقيقة

أنه يدور مع الكرة الأرضية بسرعتها نفسها.

ويستغل هذا المدار في أغراض الاتصال والأرصاد الجوية والبث التليفزيوني والتي تتطلب بقاء القمر ثابتا فوق منطقة معينة من الكرة الأرضية، ويعتبر القمر في هذه الحال وكأنه برج اتصالات عال جدا فوق تلك النقطة.

وفي عام 1945 نشر البريطاني آرثر كلارك بحثا تنبأ فيه بإمكانية تغطية الكرة الأرضية كلها بشبكة اتصالات عن طريق ثلاثة أقمار صناعية تطلق على ارتفاع 22 ألف ميل فوق خط الاستواء بحيث يغطي كل منها ثلث الكرة الأرضية، ولذلك سمي هذا المدار «مدار كلارك»، كما يعرف أيضا بمدار الثبات الجغرافي أو المدار الثابت فقط.

ونظرا لبعد مدار الثبات الجغرافي، فإنه يتطلب قاذفات قوية جدا لحمل أقمار صناعية إليه، ولذلك يعتبر المرحلة الثالثة في برامج الدول الفضائية.

وحاليا توجد خمس دول فقط تملك قاذفات تصل بأقمار كبيرة إلى المدار الثابت، وهي روسيا والولايات المتحدة وفرنسا (أوروبا) والصين واليابان. وتطور الهند برنامجا لإطلاق قمر إلى المدار الثابت بعد وصولها في نهاية عام 1994 إلى إطلاق قمر إلى المدار القطبي.

وليس من الضروري أن تملك الدولة قاذفا من هذا الحجم لتمضي قدما في برامجها لوضع أقمار صناعية لأغراض الاتصالات أو الرصد الجوي، فهناك عدد كبير من القاذفات التي يمكن استئجارها لتحمل قمرا من هذا النوع إلى المدار الجغرافي الثابت، وأشهر هذه القاذفات المتاحة للإيجار القاذف الأوروبي «إريان-4» والقاذف الصيني «المسيرة الطويلة CZ_4» ومكوك الفضاء الأمريكي.

تأثير الغلاف الجوي في حركة الأقمار

كلما كان المدار أكثر قربا من الأرض زاد تأثير مقاومة الغلاف الجوي فيه. والمفروض نظريا أن القمر الصناعي يد ور في فراغ، لكن الحقيقة أن المدارات الفعلية تكون في المنطقة الرقيقة نسبيا من الغلاف الجوي، أي على ارتفاع أكثر من مائة كيلومتر تقريبا، وعند هذا الارتفاع تقل كثافة

الغلاف الجوي بحيث لا تمثل مقاومة الهواء عائقا كبيرا لحركة القمر، ولكن الغلاف الجوي نفسه يمتد إلى ارتفاع نحو خمسة آلاف كيلو متر. وعلى الارتفاعات المنخفضة (100-200 كيلو متر) يقابل القمر الصناعي مقاومة تؤثر مع الوقت في حركته، ولذلك تبطىء سرعته بشكل غير محسوس حتى تصبح أقل من السرعة اللازمة لحفظه في المدار، وعندئذ يدخل منطقة الغلاف الجوي الكثيف ويسقط على الأرض وعادة ما يحترق خلال هبوطه.

ولذلك فإن هناك عمرا افتراضيا معينا للقمر الصناعي يقدر بالمدة التي يقضيها قبل أن يسقط إلى داخل الغلاف الجوي، وتتراوح هذه المدة بين بضع ساعات وعدة شهور، وعلى سبيل المثال يقدر أن القمر الصناعي الإسرائيلي «أفق-3» سوف يظل في مداره لمدة عام، بينما ظلت الأقمار التجريبية السابقة له تدور في المدار مدة ستة شهور.

وهذا هو أحد الأسباب في كثرة عدد الإطلاقات العسكرية، إذ إن أقمار التجسس تطلق لاستكشاف منطقة معينة عن قرب بالمرور فوقها على ارتفاع منخفض، ولذلك يكون عمر قمر التجسس قصيرا، وهذا ما يتلاءم مع طبيعة المهام العسكرية التي تكون عادة لفترات قصيرة مثل مدة أزمة ما أو اشتباك عسكري معين.

قاذفات الإطلاق

قاذفات الإطلاق Launch Boosters، هي تلك الصواريخ العملاقة التي تحمل الأقمار الصناعية إلى مداراتها كما تحمل المسابر الكونية إلى خارج مجال الجاذبية الأرضية. وهذه الصواريخ هي أهم حلقة في أي برنامج فضائي، والواقع أن القدرة الفضائية لدولة ما تقاس، في المقام الأول، بمدى تقدمها في صناعة قاذفات الإطلاق وليس في صناعة الأقمار الصناعية ذاتها.

ويقصد بقاذفة الإطلاق أو مركبة الإطلاق Launch Vehicle تلك المنظومة من الصواريخ المركبة معا في نظام واحد لتحمل جسما إلى الفضاء الخارجي، وقد تكون هذه المركبة ذات مرحلة واحدة أو أكثر، وقد تشمل صواريخ ذات وقود سائل أو أخرى صلبة. ورغم أن قاذفة الإطلاق قد تتكون من صاروخ

واحد ضخم، فإنه في معظم الأحوال تشمل المركبة صاروخا ضخما أساسيا قد يتكون من أكثر من مرحلة، ويحزم إليه عدد من الصواريخ الأخرى Booster Rockets والتي يتم احتراقها في مراحل متتالية.

ولا شك في أن خروج الإنسان للفضاء يدين بشكل حاسم إلى التطور الذي حدث في قدرات الصواريخ العملاقة. وهناك نوعان من الصواريخ القاذفة أولهما الصواريخ التي تستعمل الوقود الصلب، وهو نوع من المسحوق القابل للاحتراق ويصب في أشكال وخلطات معينة تتيح له الاحتراق بمعدلات محسوبة.

والنوع الثاني هو الصواريخ ذات الوقود السائل، وتقنية الصواريخ ذات الوقود السائل أحدث وأعقد من الصواريخ ذات الوقود الصلب كما أنها تعطي قوة دفع أكبر. وتتوقف قوة دفع القاذف المطلوب استخدامه على طبيعة المهمة المنوط به إنجازها وهل مطلوب أن يصل إلى مدار معين حول الأرض أو أن يخرج تماما من جاذبية الأرض وينطلق إلى الفضاء الفسيح، وكما رأينا فإن سرعة الإفلات تزيد بنحو 40٪ على السرعة المدارية، ولذلك تتطلب المهام الفضائية صواريخ أكبر من تلك التي تستخدم للمهام المدارية.

كما تتوقف قدرة القاذف المطلوب على ارتفاع المدار المراد حمل المركبة إليه، وعلى وزن الحمولة المطلوب منه رفعها. ومن هنا نرى التفاوت الكبير في قدرات القاذفات التي تستخدم في الإطلاقات المختلفة.

ويمكن قياس قوة القاذف بمقدار الحمولة التي يستطيع رفعها إلى مدار أرضي منخفض أي إلى ارتفاع 250 كيلومترا. فمثلا يستطيع القاذف الصيني CZ-1 (أو المسيرة الطويلة-1) وهو الصاروخ الذي دخلت به الصين عصر الفضاء في 1970، وضع قمر وزنه 300 كيلوجرام في المدار الأرضي، بينما دخلت الهند عصر الفضاء بحمولة قدرها 40 كيلوجراما فقط.

وللمقارنة، فإن القاذف الذي حمل القمر الصناعي الروسي سبوتنيك- 1 في 1957 كان صاروخا ضخما يستطيع أن يضع حمولة قدرها 1,3 طن في مدار أرضي، رغم أن القمر السوفييتي الأول كان يزن 84 كيلوجراما فقط. أما حمولة الصاروخ الإسرائيلي «شافيت» فهي 160 كيلوجراما، وهو صاروخ ذو ثلاث مراحل تعمل كلها بالوقود الصلب.

وأضخم القاذفات التي تم صنعها على الإطلاق كان القاذف ساتيرن-5

الذي حمل المركبة أبوللو-11 إلى القمر. ويستطيع هذا المارد أن يحمل 120 طنا إلى مدار أرضي منخفض فيما يستطيع أن يخرج من مجال الجاذبية بحمولة قدرها 50 طنا.

وسوف نفرد فصلا خاصا لأنواع وخصائص القاذفات الموجودة في العالم، كما ستحتل مهمة الصعود إلى القمر مكانا مهما من اهتمامنا، وسنفرد لها بابا مستقلا هو الباب الثالث.

المركبات المأهولة وتحديات وجود الإنسان في الفضاء

تفرض مهام الفضاء المأهولة تحديات تقنية وعلمية إضافية تتمثل في مشكلات حفظ وتنظيم الحياة للرواد الفضائيين ثم مشكلات إعادتهم سالمين إلى سطح الكوكب الأم، وتتعلق مسائل حفظ الحياة بتوفير الهواء اللازم للتنفس والطعام والتخلص من الفضلات لرواد الفضاء، بينما تتعلق مسائل دعم وتنظيم الحياة بضمان تكيف وظائف الجسم مع جو الفضاء الخالي من الأكسجين والجاذبية وتوفير النظم والوسائل المساعدة على ذلك.

ويجب تحت هذه الظروف التنبؤ وتدبير طريقة الحياة تحت كل فرض ممكن في الحياة اليومية والأخذ في الاعتبار كل التفاصيل الصغيرة. وتحت هذه الظروف يكون الملل والشعور بالوحدة مثلا عاملين شديدي الأهمية، كما أن تنظيم مواعيد النوم حيث لا نهار ولا ليل قد يكون له تأثير بالغ في أداء رواد الفضاء مهامهم المعقدة.

ومن المشكلات التي يجب أخذها في الاعتبار مسألة التخلص من الفضلات، ويتم ذلك عادة عن طريق إعادة استخدام Recycling[4] هذه الفضلات. ولا يمكن بطبيعة الحال التخلص من هذه الفضلات بإلقائها في الفضاء الفسيح، حتى لو تغاضينا مؤقتا عن القيم الجمالية في الموضوع، فإن هناك صعوبات فنية في هذا الأ مر أهمها أن الفضلات الملقاة خارج المركبة في غياب الجاذبية سوف تصاحب المركبة في دورانها، وسيكون من الصعب التخلص من هذا المنظر غير السار إلا لو أعطينا تلك الفضلات قوة دفع ذاتية أو بمعنى آخر جعلناها هي نفسها مركبة فضاء أخرى.

ومن الطريف هنا أن نروي القصة الحقيقية التالية والتي رواها المحرر العلمي لمجلة المصور القاهرية عن رواية شخصية للملاح الفضائي يوري

رومانينكو[5] والذي قضى شهورا طويلة على متن محطة الفضاء المدارية ساليوت. فقد لاحظ هو وزميله خلال تحليقهما حين كانا يطلان من نافذة محطتهما طبقا طائرا يلاحق المحطة، فأسقط في أيديهما، وحين أبلغا محطة المتابعة الأرضية أسقط في يدها هي الأخرى ولم تجد ما تنصحهما به إلا متابعة الموقف.

وتفاقم الأمر بعد أيام إذ أصبح الطبق الطائر طبقين.. لكن لم تمر أيام أخرى حتى كاد الجميع يموتون، ولكن من الضحك هذه المرة، فعلى متن محطة الفضاء المدارية أكياس معدنية للقمامة يجمع فيها الملاحون بقايا المحطة ليلقوا بها إلى الفضاء كل بضعة أيام، ولم يكن الطبقان الأول والثاني إلا بعض هذه الأكياس التي اتخذت أشكالا غريبة وهي تدور وراء المحطة بعد إلقائها، وأخذت تبرق مصدرة إشعاعات غريبة عند تعرضها لضوء الشمس.

أما أداء الوظائف البيولوجية الطبيعية فيمثل صعوبة حقيقية، لأن الجسم البشري مكيف لأداء هذه الوظائف الطبيعية في جو الجاذبية. ويتطلب الأمر تصميم أجهزة خاصة لضمان أداء هذه الوظائف الطبيعية بيسر ودون نتائج غير مرغوب فيها. إن القارىء للوهلة الأولى قد يجد هذا الاهتمام بالتخلص من الفضلات مبالغا فيه، ولكن هذه بالضبط هي النقطة التي نريد الإشارة إليها هنا. إن ما يبدو روتينيا وبسيطا إلى أقصى درجة على الأرض قد يمثل مشكلة تحتاج إلى تقنيات خاصة في الفضاء، وقد يعطي هذا معنى أعمق للتعبير الشائع «إنه عالم آخر..».

وتأتي بعد ذلك مشكلة حماية الرواد من الأشعة الكونية، وحماية المركبة من درجات الحرارة الشديدة التي تتعرض لها عند العودة والاحتكاك مع الغلاف الجوي للأرض، ولهذا الغرض تغطى مركبة العودة بمواد حرارية عازلة، وهذه المواد نفسها استخدمت بعد ذلك في تطبيقات مدنية متعددة.

وعلى كل حال فلعل هذه العجالة قد ألقت الضوء على بعض المشكلات التي كان يتعين التفكير فيها وحلها قبل إرسال ملاحي الفضاء إلى عالم جديد ومجهول تماما.

3 ماذا كسب الإنسان باقتحام الفضاء؟

لا شك في أنه رغم كل الإبهار الذي يحيط بكل نبأ تحمله وكالات الأنباء عن نشاط ما في الفضاء، فإن السؤال يظل يتردد خافتا في الذهن: هل تبرر إنجازات الفضاء الإنفاق الهائل الذي أنفق عليها؟ وماذا حققت للجنس البشري؟ أم أن الأمر كله كان استعراضا للقوة التقنية والعسكرية متخفية في زي أهداف نبيلة وإنجازات حضارية تنعم بها البشرية كلها؟

لا شك في أن إجابة وافية عن هذا السؤال لا يتوقع أن تكون سهلة ولا بسيطة. فإن ارتباط صناعة الفضاء بالمؤسسات العسكرية في كل من الدولتين اللتين نشأت عندهما هذه الصناعة وتشكلت ملامحها الأولى أمر لا يمكن إنكاره، وإن كان هذا الارتباط قد خفت شدته في السنوات الأخيرة وظهرت إلى الوجود أنشطة فضائية مستقلة تماما عن المؤسسات العسكرية وبأهداف تجارية بحتة. كما أن طبيعة نشأة صناعات الفضاء في الجيل الثاني من الدول الفضائية كانت طبيعة ومختلفة لا تحمل فوق كاهلها أوزار وهواجس النشأة الأولى.

على أنه إذا كان من الممكن، بصرف النظر عن نشأة صناعة الفضاء، أن نقدم حكما عاما على إنجازات هذا المجال، فإنه يبدو أن هذا الحكم لا يمكنه أن يغفل العائد الإيجابي الكبير الذي حققته هذه الصناعة في خدمة الإنسانية على مدى مايقرب من أربعين عاما.

والحقيقة أن النتائج التي خرج بها العالم من غزو الفضاء تختلف إلى حد بعيد عن الأهداف التي دخل بها إلى هذا السباق. فقد دخل طرفا السباق إلى هذا المجال وكل منهما يأمل أن يتخذ من الفضاء منصة للسيطرة العسكرية عن طريق محطات الفضاء الدائمة، وثبت أن هذا الفرض عالي التكلفة جدا وغير عملي بالتقنية المتاحة.

ودخل طرفا السباق وهما يأملان أن يستطيع من يصل منهما إلى القمر أو المريخ أولا أن يسيطر على ثرواته الطبيعية إن وجدت، ولم يعد أحدهما من تراب القمر أو المريخ إلا بحفنات صغيرة نفت كثيرا من الفروض السائدة ولكنها لم تحقق مصادر للثروة الطبيعية لأي من الأطراف، وكانت النتيجة الأكثر طرافة وغرابة أن الإنجاز الحقيقي في مجال الثروات الطبيعية كان هنا على كوكبنا الأم: «الأرض». ومن هنا أصبحت مغامرة الفضاء بصورة ما في الحقيقة مغامرة علمية لاكتشاف كوكبنا الأرض، على الأقل في جزء كبير منها، فقد مكنت الأقمار الصناعية العلماء من مسح سطح الأرض وما تحته بشكل تفصيلي يحدد مواقع تركز الثروات الطبيعية من معادن وبترول ومناجم وغيرها.

ولعله من المفيد والمثير معا أن نستعيد الأهداف التي كان المسؤولون عن برامج الفضاء يضعونها أمامهم عند التخطيط لبرامج الفضاء. كتب برينرد هولمز الذي كان مديرا للبرنامج الأمريكي لغزو الفضاء في الستينيات يقول[1]:

«لابد لنا أن نعترف بأهمية الطيران في الفضاء الذي يضيف بعدا جديدا إلى الدراسة العلمية للأرض والقمر والمجموعة الشمسية وما دون ذلك من النجوم. فكل زيادة في قدرتنا على إطلاق سفن الفضاء التي لا تحمل إنسانا والسفن التي تحمل إنسانا، تقابلها زيادة في قدرتنا على تفهم غوامض الطبيعة: ما أصل الأرض مثلا؟ فقد يقدم لنا القمر الجواب عن هذا التساؤل، هل توجد حياة تشبه نوع الحياة على الأرض في أي مكان آخر في المجموعة الشمسية، أو فيما هو أبعد من ذلك؟ لا شك في أن

كشف الفضاء سيساعد على الكشف عن حقيقة هذا الأمر». ويمضي هولمز فيقول:

«كما أن في الإمكان أن نتوقع بعض الفوائد العملية والمباشرة التي ستعود علينا من برنامج الفضاء، ففي إمكاننا إدخال التحسينات على الأرصاد والتنبؤات الجوية باستخدام الأقمار الصناعية التي تمسح الجو بمختلف ظروفه لترسل البيانات عنه إلى الأرض في صورة إشارات لاسلكية، ويمكننا أن نزيد كثيرا في مدى القنوات المستخدمة في الراديو، والتليفون والبيانات الإلكترونية، والإذاعات التليفزيونية على المساحات الشاسعة التي تشغلها القارات والمحيطات، وذلك باستخدام الأقمار الصناعية في محطات للفضاء تعيد إرسال الإشارات. كما نستطيع زيادة درجة الدقة والأمان للملاحة البحرية والجوية».

والعبارة التالية لمستر جيمس ريب[2] تتسم بطابع أكثر من العمومية والتفاؤل أيضا. يقول المستر «ريب» الذي كان مسؤولا عن المراحل الأولى للبرنامج الفضائي الأمريكي أيضا في معرض تحليله الاستخدامات السلمية للفضاء:

«من المستحيل، كما هي الحال دائما، أن نتنبأ حول المجال الذي تستخدم فيه المعرفة العلمية. إلا أن التاريخ أوضح لنا أكثر من مرة أن نتائج الدراسات في العلوم الأساسية تستخدم في الوقت المناسب لرفاهية البشر. إن الحافز والمعرفة، اللذين يتطوران بماضينا في تنفيذ برامجنا العريقة لدراسة الفضاء سيعودان علينا بكسب في صورة منتجات جديدة وطرق مستحدثة عظيمة الأهمية للصناعة والمهن والحياة اليومية».

وإذا أردنا أن نحلل هاتين المقولتين في ضوء استفادتنا من مضي الزمن وظهور نتائج غزو الإنسان للفضاء فإننا نجد أنها ركزت على مجالين: مجال اتساع نطاق فهم الإنسان ومعرفته بعالمه، ومجال استفادته في تطبيقات عملية مباشرة.

وفي مجال زيادة معرفة الإنسان بالكون لم تثمر جهود الإنسان في البحث عن مثيل له في المجموعة الشمسية أو خارجها، بل لم تظهر أي علامات على وجود أي شكل من أشكال الحياة خارج كوكب الأرض حتى الآن. وبينما لا يمكن اعتبار هذه النتيجة حكما قاطعا بعدم وجود حياة

خارج الأرض على الإطلاق، فإن المؤكد أن الإنسان خرج بتجارب الفضاء عن نطاق وضع النظريات والفروض والتفلسف حولها إلى مجال إجراء التجارب واختيار الفروض، بل أمكن له، لأول مرة، أن يحصل على أحجار من القمر وعينات من تربة المريخ ومن جو الزهرة ويجري عليها ما شاء من التجارب.

لكن النتائج الإيجابية جاءت على وجه العموم فيما يختص بفهم الإنسان لكوكب الأرض. فباعتبار الأقمار الصناعية منصات رصد عالية جدا أمكن للإنسان مراقبة كوكبه بشكل أكثر كفاءة.

ففي مجال مسح الموارد يتم الآن بشكل دوري تقدير المحاصيل بوساطة الأقمار الصناعية ومراقبة التصحر وتآكل الغابات ومتابعة الآفات الزراعية. ويستخدم المسح الفضائي أيضا في تخطيط المدن ومتابعة نمو المناطق العشوائية وتخطيط مشروعات الري والطرق، وأصبح الرصد الجوي بالأقمار الصناعية من الأمور اليومية في نشرات الأخبار، كما يمكن بوساطة هذه الأقمار متابعة حركة الأ عاصير والزوابع والتحذير منها بما يكفل وقتا كافيا لتجنب أخطارها.

ومن المجالات التي حققت فيها الأقمار الصناعية نتائج باهرة مجال الاتصالات التليفونية، ونعلم الآن أنه من الممكن أن يتصل ركاب الطائرات بذويهم على الأرض في أي مكان. وفي مجال البث المباشر أصبح العالم كله قرية واحدة مفتوحة حيث يمكن عن طريق هوائيات صغيرة الحجم تلقي برامج التليفزيون من عشرات الأقمار المنتشرة في الفضاء والتي تتلقى برامجها من دول متعددة ثم تعاود إرسالها إلى الأرض.

وفي مجال العلوم والتكنولوجيا ساهمت أبحاث الفضاء في إعطاء مجالي الحاسبات والتحكم الآلي دفعات كبيرة، حيث إن هذه التقنيات كانت من التقنيات الحاكمة في نجاح برامج الفضاء. ولما كان من المهم جدا تقليل أحمال سفن الفضاء إلى أقصى حد، فقد اتجهت الأبحاث العلمية إلى تصغير أحجام الأجهزة والمعدات وظهرت نتيجة لذلك أجهزة إلكترونية وميكانيكية غاية في الصغر وخفة الوزن. كما ظهرت مواد «فضائية» جديدة تتمتع بخصائص المعادن المختلفة غير أنها تصل إلى ثلث وزنها، وأصبح من الممكن تصنيع مواد بخصائص محددة حسب الطلب، ووجدت هذه المواد

طريقها إلى الاستخدام التجاري في السيارات وغيرها.

وهذا مثال جيد على انتقال تطبيقات علوم الفضاء إلى الاستعمال الحياتي اليومي. فقد أدت بحوث الفضاء في مجال المواد الحرارية إلى إنتاج أواني الطبخ الخزفية الحرارية غير القابلة للكسر، حتى لو أخرجت من الثلاجة إلى الفرن مباشرة[3]. ويرجع السبب في اختراعها إلى الحاجة إلى صنع المقدمة المخروطية للقذيفة من مادة تتحمل الانتقال من درجات الحرارة الباردة إلى درجات الحرارة العالية عند اختراق جو الأرض.

ونستطيع الآن أن نلخص في عجالة المجالات التي قدم فيها غزو الفضاء نتائج إيجابية للعالم والجنس البشري ككل والتي بدا استغلالها فعالا وإن كان لا يزال بعيدا عن الوصول فيها إلى غايته، على أن نعود إلى الحديث التفصيلي عنها في الفصول المخصصة لذلك من الكتاب. ويجدر بنا هنا أن نفرق بين أمرين، الأول: إتاحة الخدمة أو التطبيق، والأمر الثاني هو الاستفادة العملية منه لدى شعب أو دولة أو في منطقة معينة، ذلك أن الأخيرة ترتبط أكثر بتوافر الهياكل الإدارية الكفؤة والكوادر الفنية المدربة وفي أحيان كثيرة الإرادة السياسية الواعية.

وهذه المجالات هي:

1- الاستكشافات الكونية

1-1 استكشاف القمر.

1-2 استكشاف المجموعة الشمسية.

1-3 استكشاف الكون خارج المجموعة الشمسية.

2- الاتصالات

3- البث الإذاعي والتليفزيوني

3-1 الإعلام والتوعية.

3-2 التعليم ومحو الأمية والتعليم المتصل.

3-3 البرامج التليفزيونية.

4- الاستشعار عن بعد

4-1 التنبؤ بالمحاصيل ومراقبة الآفات الزراعية.

4-2 التنبؤ بالموارد المائية.

4-3 مراقبة التصحر.

4-4 حصر الموارد الطبيعية.
5-4 مراقبة حرائق الغابات.
6-4 استكشاف المناطق الأثرية.
7-4 تخطيط المدن.

5- الأرصاد الجوية
6- الملاحة الجوية والبحرية
7- طب الفضاء
8- علوم المواد
9- تجارب الجاذبية الضئيلة
10- الاستخدامات العسكرية

غزو الفضاء كاستثمار للإنسانية

جاء في كتاب «مقدمة للفضاء الخارجي» الذي أصدره البيت الأبيض في أوائل 1958:

«لم يكن البحث العلمي، أو أي كشف آخر، في يوم من الأيام يكلف مقدما بقديم حساب دقيق عن تكاليفه. ولكن إذا كنا قد تعلمنا درسا واحدا فهو أن للبحث والكشف طريقة غريبة لرد التكاليف بجانب حقيقة أنهما يثبتان أن الإنسان يقظ، ويتصف بالشراهة في حب الاستطلاع. وهنا نحن جميعا نحس بالسعادة عندما ندرك ما بلغه العلماء والمكتشفون فيما يتعلق بالكون الذي نعيش فيه»[4]. إن كتابا يصدره البيت الأبيض بطبيعة الحال يمكن أن يؤخذ باعتباره نوعا من العلاقات العامة، وفي عام 1958 كان البيت الأبيض محتاجا إلى حشد التأييد خلف برنامج الفضاء، غير أن النتائج الفعلية التي حققها برنامج غزو الفضاء على «أرض» الواقع كان أفضل مما قد توحي به الفقرات السابقة رغم نبرتها المتفائلة. لقد حقق برنامج الفضاء عائدا ملموسا ليس فقط في إشباع شراهة الإنسان للمعرفة، ولكن في مجالات أخرى لها عائد مباشر وطويل المدى يلمس عددا كبيرا من جوانب حياة الإنسان ورفاهيته.

إن البحث العلمي لم يكن أبدا أمرا مجردا منفصلا عن ظروف المجتمع أو يجري في فراغ، فإن الإنفاق العلمي الكبير -في أي دولة- يتطلب دعما

سياسيا من الجماهير ومن ممثليها والمعبرين عن آرائها، وبينما يمكن أن توجه دولة كبيرة جزءا من مواردها لهدف تقني أو هندسي كبير لفترة محدودة، فإنه تأتي لحظة لابد أن يقدم فيها كشف حساب عن الإنجازات التي تحققت أو التي يتوقع لها أن تتحقق ليستمر هذا الدعم. وفي هذه النقطة فإن ظهور نتائج غزو الفضاء في مجالات الاستخدام السلمي المختلفة كان مبررا كافيا لاستمرار البرامج بمعدل معقول وإن كان بطبيعة الحال أقل بكثير من فترات أوج السباق وخاصة في العقد السابع من هذا القرن.

إن الصورة العامة لإنجازات مجال الفضاء تشير بالقطع إلى أن هذا الاستثمار العلمي والتقني كان واحدا من أنجح الاستثمارات وأكثرها عائدا، ربما على مر التاريخ، ويمكن مقارنة الاستثمار في غزو الفضاء والآمال المعلقة عليه باستثمار علمي آخر في الطاقة النووية. لقد حظيت الطاقة النووية واستئناس الذرة عموما بجهد علمي وحشد إعلامي وسياسي مشابه لما حدث في حالة غزو الفضاء ومن ثم يمكن عقد المقارنة بينهما. فبينما فشلت الطاقة الذرية -حتى الآن- في إعطاء العائد الذي كان مأمولا منها، حيث لم تعتمد عليها حتى الآن لتوليد الجزء الأكبر من الطاقة فيها إلا دولة أو دولتين، استطاعت برامج الفضاء أن تستقطب اهتمام الإنسان العادي وأن تحقق له فائدة ملموسة وأن تنشر تطبيقاتها في كل أرجاء العالم، ومع توافر الطاقة النووية إلا أن تكنولوجياتها كبلت بالعديد من القيود البيئية، وشاب نشأتها الكثير من الكبوات مثل حادثة شرنوبيل، ولم يساعدها بالطبع أن تحمل على كاهلها ذكريات مثل هيروشيما.

إننا نستطيع أن نقارن استثمار الفضاء بالمبادرات الجريئة لاكتشاف طرق الملاحة القديمة مثل رأس الرجاء الصالح وخليج ماجلان، واكتشاف العالم الجديد. إن هذه المغامرات الشجاعة تتشابه كلها مع مغامرة اقتحام الفضاء في أن الغرض الذي بدأت به وإن لم يكن نبيلا كله لم يخل في جوهره من قدر من النبل والتحدي اللذين كرم الله بهما الإنسان. وإن كانت هذه المبادرات جميعها قد بدأت مختلطة نواياها بطموحات التفوق العسكري والسيطرة الإستراتيجية، فإنها في النهاية كشفت للإنسان عن آفاق لم يكن يحلم بها عندما خرج من موطنه، ليس فقط في الكون الذي خرج إليه، ولكن وربما هو الأهم، داخل نفسه ذاتها.

هوامش ومراجع

(الباب الأول)

الفصل الأول:

(1) كارل ساجان: عالم فضاء أمريكي معروف اشترك في وضع برنامج رحلة فوياجير إلى كوكب الزهرة. اشتهر بكتاباته العلمية المبسطة والمتمتعة في الوقت نفسه بعمق علمي كبير.

(2) كارل ساجان: الكون ـ 22. طبع في سلسلة عالم المعرفة -ترجمة نافع أيوب لبّس- رقم 178، أكتوبر 1993.

(3) باك روجرز وفلاش جوردون شخصيتان من مسلسلات الخيال العلمي تخصصتا في مغامرات الفضاء، سبقتا سوبر مان الذي انتشر في الستينيات.

(4) جول فيرن Jules Verne أشهر كتاب الخيال العلمي، ولد عام 1828 وكتب أكثر من خمسين كتابا وتنبأ بالكثير من اكتشافات القرن العشرين العلمية والتقنية، وحول كثير من أعماله إلى أفلام سينمائية ناجحة. أشهر أعماله: رحلة إلى مركز الأرض، عشرون ألف فرسخ تحت الماء، حول العالم في ثمانين يوما، من الأرض إلى القمر، الجزيرة الغامضة.،توفى سنة 1905.

(5) موعد في السماء: تأليف سول ليفين ـ ترجمة د. عزيز فريصة ـ دار النشر للجامعات المصرية ـ القاهرة 1963.

(6) مجلة سندباد، مجلة للصبية والفتيات صدرت عن دار المعارف المصرية في الفترة من 1952 ـ 1955، أصدرها الأستاذ محمد سعيد العريان. كانت مجلة ترفيهية تربوية على مستوى رفيع، وأعادت دار المعارف إصدار بعض أعدادها القديمة مع مجلة أكتوبر في عامي 1992 و1993 مما يدل على قيمتها الأدبية والتربوية.

(7) «ساحر أوز» فيم خيالي موسيقي كلاسيكي من نوع الفانتازيا أنتجته مترو جولدن ماير عام 1939، بطولة الممثلة الأمريكية الشهيرة جودي جارلاند وإخراج المخرج فيكتور فليمنج مخرج «ذهب مع الريح»، تتحدث قصته عن الطفلة دوروثي (جودي جارلاند) التي تذهب إلى أرض «أوز» الخيالية حيث الساحر الرائع الذي يحقق حلمها في العودة إلى المنزل، وكذلك أحلام أصدقائها الثلاثة: الرجل المعدني، والأسد الجبان الذي يبحث عن الشجاعة، وخيال المآتة.

(8) موسوعة كمبردج للفضاء ـ مطبعة جامعة كمبردج 1992.

(9) المرجع السابق.

(10) المرجع السابق.

(11) المرجع السابق.

(12) قسطنطين تسولكوفسكي (1857 ـ 1935): ولد في 17 سبتمبر 1857 لأسرة فقيرة ولم يتلق تعليما رسميا كافيا غير أنه تمكن بصبر ودأب من تعليم نفسه الرياضة والفيزياء ـ وضع في 1883 نظرية الدفع الصاروخي، وفي 1903 نشر بحثا مهما بعنوان «دراسة الفضاء الكوني باستخدام

الآلات الرد فعلية» شرح فيه نظريته في الصواريخ ومحركات الوقود السائل. وقد قام تسولكوفسكي بحساب سرعات الإفلات من الجاذبية الأرضية والوقود اللازم للوصول إلى المدار ويعتبر أول شخص أثبت بحساباته إمكانية تصميم أقمار صناعية ومركبات فضائية تدور حول الأرض. نشر أكثر من 600 بحث علمي في مجالات الفضاء والطيران والفلك وطب الفضاء والفلسفة. توفي في 19 سبتمبر 1935.

(13) هيرمان أوبرث (1894 ـ 1989): ولد في ترانسيلفانيا (رومانيا)، بدأ دراسة الطب ولكن دراسته انقطعت بسبب نشوب الحرب الأولى في أوروبا، وبعد الحرب درس الفيزياء، وفي 1922 قدم رسالة الصواريخ ونشرها في العام التالي في كتاب هو أول مانشر عن الصواريخ، وفي الفترة من 1924 ـ 1938 عمل مدرسا للرياضيات، ومن 1938 عمل في معهد للأبحاث ثم انتقل إلى ألمانيا حيث كانت نظرياته أساسا لتطوير الصاروخ الألماني الشهير V2. التحق بعد الحرب بفريق فون براون في الولايات المتحدة عام 1955 حيث استمر حتى عام 1958، تقاعد في عام 1958 وتوفي عام 1989.

(14) روبرت جودارد (1882 ـ 1945): أمريكي، ولد في ورشستر بولاية ماساشوستس على الساحل الشرقي من الولايات المتحدة الأمريكية. يعتبر الأب الشرعي لتكنولوجيا الصواريخ الحديثة ويرجع إليه الفضل في إطلاق أول صاروخ يعمل بالوقود السائل في 1926. أطلق اسمه على أحد مراكز الفضاء الكبرى التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية «ناسا».

الفصل الثاني:

(1) كبلر: يوهان (1571 ـ 1630) عالم رياضيات ألماني وضع ثلاثة قوانين أساسية لحركة الكواكب في مدارات بيضاوية وهي:

1- أن الكواكب تدور حول الشمس في مدارات بيضاوية تقع الشمس في إحدى بؤرتيها.

2- أن الخط بين الشمس والكوكب يقطع مساحات متساوية في أزمنة متساوية.

3- مربع زمن دورة الكوكب يتناسب مع بعده عن الشمس مرفوعا للقوة الثالثة.

(2) كوبرنيكوس: نيكولاس (1473 ـ 1543) عالم الفلك البولندي، وضع النظام الذي يعتبر الشمس مركز حركة الكواكب، والذي حل محل نظام بطليموس الذي يعتبر الأرض مركز حركة الكون.

(3) يصل عدد الأقمار الصناعية التي أطلقت حتى عام 1995 إلى ثلاثة آلاف وستمائة قمر صناعي في مدارات مختلفة.

(4) لم تنفذ عملية إعادة التدوير إلا تجريبيا في معمل السماء «سكاي لاب» والمتبع أن توضع في أكياس وتعالج كيماويا.

(5) مجلة المصور القاهرية ـ العدد 3678 ـ 7 أبريل 1995 ـ 7 ذو القعدة 1415، والمقال للأستاذ محمد فتحي.

الفصل الثالث:

(1) مجلة المصور القاهرية ـ العدد 3678 ـ 7 أبريل 1995 ـ 7 ذو القعدة 1415، والمقال للأستاذ محمد فتحي.

(2) «موعد في السماء: برنامج جيمني للوصول إلى القمر» تأليف سول ليفين ـ ترجمة د. عزيز ميلاد فريصة ـ طباعة دار النشر للجامعات المصرية، القاهرة 1963.

(3) المرجع السابق ص11.

(4) المرجع السابق ص12.

(5) «تحدى الفضاء» تأليف مارتين كايدين ترجمة د. عزيز ميلاد فريصة ـ طباعة مكتبة غريب القاهرة 1965.

الباب الثاني

السباق إلى غزو الفضاء

الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة

١ برزوغ عصر الفضاء

سبوتنيك - ١ :

أكتوبر 1957 : كانت الحال هادئة بشكل عام، فقد بدا أن السيادة قد استقرت للقوة العالمية الجديدة التي احتلت مكان الصدارة بعد الحرب العالمية الثانية، وبدا أنها قد تمكنت من محاصرة «الخطر الأحمر» المتمثل في حليفها في الحرب ومنافسها بعدها «الاتحاد السوفييتي»، كما أنها قد تمكنت من تحجيم حلفائها الآخرين بعد حرب السويس. كانت الولايات المتحدة تتمتع بمستوى معيشة في الداخل لم تتمتع به دولة على وجه الأرض من قبل، وبدأت في الخارج تعيد رسم العالم على شاكلتها .

كانت صحف العالم تعكس هذا المناخ الهادى* والمستقر، والمتفائل أيضا، وكان المناخ يعكس حالة الثقة الزائدة. ولكن هذا لم يكن ليستمر طويلا فقد استيقظ العالم في 4 أكتوبر 1957 على مفاجأة غيرت كل الحسابات وأولها حسابات الولايات المتحدة. وكانت هذه المفاجأة في صورة كرة صغيرة من الألمونيوم تدور حول الأرض مطلقة صيحتها المشهورة والمفهومة بكل اللغات: بيب.. بيب.. بيب.

كان هذا هو سبوتنيك، أول تابع فضائي لكوكب

الأرض يصنعه الإنسان أو أول قمر صناعي، وكان هذا القمر سوفيتيا. كان هذا القمر عبارة عن كرة من الألمونيوم قطرها أكبر قليلا من نصف متر (58سم) وتزن 84 كيلوجراما. وكان الغرض الرئيسي من إطلاقه إثبات إمكانية صعود الإنسان للفضاء وإثبات تفوق الاتحاد السوفييتي في هذا المجال. ونجح سبوتنيك في المهمتين نجاحاً كبيراً.

كانت رحلة إطلاق القمر ودورانه حول الأرض والتي استمرت ثلاثة أسابيع عالية الدقة إلى حد مثير للدهشة. وعلى حين كان الأمريكيون يدورون حول أنفسهم في محاولة لفهم هذه المفاجأة الخاطفة ويلقون باللوم على مخابراتهم لفشلها في التنبيه إلى هذا التفوق التكنولوجي الكبير، كان سبوتنيك يدور حول الأرض مرة كل 96دقيقة مطلقا إشارته المشهورة والتي أصبحت علما على بدء عصر الفضاء.

كان الهدف الإساسي من القمر مجرد الخروج للفضاء وإجراء قيامات علمية محدودة إذ إن مجرد وجوده. هو الإثبات الأعظم لإمكانات ساكن هذا الكوكب الضئيل ورسالته إلى بقية الكون. وإنه لإنجاز جدير بأن تملكه وأن تفخر به الإنسانية كلها. حقا لقد بدأ عصر الاستكشافات الكبرى، لقد بدأ عصر الفضاء.

كان إطلاق سبوتنيك مفاجأة هائلة للولايات المتحدة وللعالم، ولكنه لم يكن للسفويت إلا تتويجا لجهود دؤوبة استمرت سنوات طويلة قبل ذلك. كان الاتحاد السوفييتي قد ألقى بثقله التقني الهائل في مجال الفضاء، وكانت هناك اشارات عديدة ولكن الولايات المتحدة إشاءت أن تغفلها.

وقبل أن يفيق الأمريكيون من صدمة التفوق التكنولوجي الكبير للاتحاد السوفييتي كانت هناك مفاجأة أخرى تنتظر. فقبل مضي شهر على الإطلاق الأول وفي 3 نوفمبر 1957، أطلق الاتحاد السوفييتي سبوتنيك-2 حاملا أول زائر حيّ من كوكب الأرض إلى الفضاء الخارجي. وكان هذا الزائر هو الكلبة لايكا.

وكان اضطراب الولايات المتحدة واضحاً... كما أنه لم يكن ممكناً أن تغيب عنها معاني وتداعيات هذين الإنجازين المبهرين. ففي عالم ظنت الولايات المتحدة فيه أنها قد أحرزت قصب السبق ولمدة طويلة وأنها قد حاصرت خصمها الأول، إذا بهذا الخصم يخرج مدللا على قدراته العلمية

والتقنية الضخمة، وبالتبعية في جو ما بعد الحرب العالمية وما بعد القنبلة الذرية والهيدروجينية، على قدراته العسكرية.

وفي 7 نوفمبر 1957 أصدر الرئيس أيزنهاور قرارا بإنشاء اللجنة العلمية التابعة للرئيس لوضع إستراتيجية الولايات المتحدة في الفضاء. وتحركت الولايات المتحدة على مستويين. فعلى المستوى الأول كانت محاولة تقليل تأثير هذا الحدث في هيبة أمريكا، وكان هذا التحرك تقنيا في أدواته، ولكنه كان إعلاميا في حقيقته. سارعت الولايات المتحدة بإطلاق ما في جعبتها أياً كان.. لمجرد الرد.. والرد السريع. ولم يكن في جعبتها الكثير، فلم يكن في أمريكا في ذلك الوقت برنامج عميق لغزو الفضاء.

ومن المهم هنا أن نقف قليلا لنفهم كيف تدار هذه الصراعات العلمية والتقنية الكبرى التي وإن كانت تدور في المعامل ومراكز البحوث إلا أن نتائجها في الواقع أكثر حسماً من المعارك العسكرية. كما أنه يهمنا من ناحية أخرى أن ندرس كيف تدار البرامج العلمية الطموح ذات التكلفة الضخمة والحشد العلمي والتقني الهائل.

كان برنامج الفضاء الأمريكي في ذلك الوقت ضحية لتنافس تقليدي بين ثلاثة أفرع للقوات المسلحة هي: الجيش والبحرية والقوات الجوية. وكان لكل فرع من هذه الأفرع برنامجه الخاص للخروج إلى الفضاء، لعلمائه ومشروعاته وشركاته الهندسية. ويهدف هذا النظام الغريب الذي كان مطبقا في الولايات المتحدة، ولا يزال مطبقا في بعض المجالات مثل الطيران، إلى إذكاء التنافس بين الأفرع المختلفة للحصول على أفضل النتائج، وضمان وجود مشروع بديل في حالة فشل المشروع الرئيسي. وفي مجال الفضاء، نتيجة للتجربة التي نتحدث عنها، كما في عدد من المجالات الأخرى، تم العدول عن هذا النظام نظراً لما يؤدي إليه من تفتيت الجهد ومضاعفة التكلفة.

كانت هناك منافسة بين ثلاثة برامج لقاذفات الإطلاق - وهي العنصر الرئيسي والحاكم في برامج ارتياد الفضاء فكلما كان هناك قاذف أقوى أمكن إطلاق أحمال أكبر إلى مدارات أبعد.

فكان هناك برنامج البحرية «فانجارد»... وصاروخ الجيش «ردستون» والذي سمي فيما بعد جوبيتر والبرنامج المتصل به تحت ريادة عالم الفضاء

الألماني الأصل وارنر فون براون...

ثم صاروخ القوات الجوية أطلس...

وقبل عام 1957 كان أطلس قد حول إلى صاروخ عابر للقارات، وأعطي لفانجارد الأولوية الأولى.

وكان هذا الصاروخ سيىء الحظ، فقد فشلت عملية إطلاق عدة مرات، وزاد من سوء الحظ أن تعجل المسؤولين للنتائج جعلهم يذيعون الإطلاق على الهواء دون التأكد من نجاح التجربة.

وعلى مرأى من وكالات الأنباء وكاميرات التليفزيون وبعد حشد إعلامي غير مسبوق جاءت اللحظة التاريخية في 6 ديسمبر 1957. ورأى ملايين الأمريكيين صاروخاً صغيراً رفيعا يرتفع من قاعدته في بطء بضعة أقدام، ثم يبدو وكأنه يغير رأيه ثم ينقلب على عقبيه ويسقط على الأرض منفجرا في كرة من اللهب. وكأنما ليزيد الموقف صعوبة وحرجا يستمر جهاز الإرسال الصغير على متنه في إرسال صيحة رفيعة وكأنه يستغيث إلى أن تقدم إليه أحد الفنيين وأنقذه من مصيره التعس بإسكاته إلى الأبد.

كانت هذه كارثة بكل المقاييس، إلا أن كوارث الفضاء أو أي تكنولوجيا جديدة تحدث بنسبة ما على أي حال ولا بد من توقعها، ولكن الذي زاد من فداحة هذه الكارثة بالذات أنها حدثت على رؤوس الأشهاد وكأنما لتشهد العالم على الفرق بين القدرة السوفييتية والأمريكية في الفضاء في ذلك الوقت. كان ذلك للولايات المتحدة أكثر مما تحتمل، وكان لابد لها من اللجوء إلى البديل لإنقاذ هيبتها، وكان هذا البدليل هو وارنر فون براون.

وتمكن فريق فون براون في 31 يناير 1958 من إطلاق أول قمر صناعي أمريكي على متن صاروخ من طراز جوبيتر وسمي إكسبلورر-1 (المستكشف). كان المستكشف قمرا صغيرا ذا شكل مخروطي ويزن 14 كيلوجراما، إلا أن الإنجاز العلمي الذي فاز به كان يفوق حجمه إذ تمكن العلماء من خلال قياساته من إثبات وجود حزامين مغناطيسيين سيما حزاما فان آلن. وهما نطاق متأين من الغلاف الجوي يمتد من 2100 كيلو متر حتى 19500 كيلو متر وكان معروفاً تأثيرهما على الاتصالات اللاسلكية من قبل ولكن لم يتم التأكد من وجودهما تجريبيا إلا عند إطلاق القمر الأمريكي.

وفي 17 مارس 1958 تمكنت الولايات المتحدة أخيراً من إطلاق قمرها

الصناعي فانجارد-١. كان هذا قمرا صغيرا في حجم ثمرة جوز الهند بقطر ١٦سنتيمترا ويزن 5, ١ كيلوجرام. حمل فانجارد حساسات حرارية وجهازين للإرسال ليمكن القاعدة الأرضية من متابعة مساره. لم يكن هذا القمر بأي مقياس شيئاً كبيراً (على المستويين الفعلي والمعنوي) ولكنه كان كافيا - وضروريا - ليعطي الولايات المتحدة فرصة التقاط الأنفاس وتحديد استراتيجيتها طويلة المدى.

وفي العام نفسه أطلق الاتحاد السوفييتي القمر الثالث من سلسلة سبوتنيك والذي ظل في مداره قرابة العامين، وكان يزن مائة مرة قدر القمر فانجارد (3, ١طن)، وكان لابد من تحرك أمريكا على المستوى الثاني.

2 السباق إلى القمر

الولايات المتحدة تتخذ إستراتيجية جديدة... والاتحاد السوفييتي يبدأ برنامج استكشاف القمر

من الممكن أن تخدع كل الناس بعض الوقت.. ولكن لا يمكن أن تخفي التفوق التكنولوجي عن العالم مدة طويلة. كانت أمريكا تعلم أكثر من غيرها حجم الفجوة التقنية، ولم يكن ممكنا أن تسمح لها بأن تبقى أو بأن تزيد. وكانت نقطة البداية هي الطريقة التي يدار بها البحث العلمي في مجال الفضاء والتنافس المدمر بين قطاعات القوات المسلحة الثلاثة. وشهد عام 1958 تغييرات مهمة في هذا المجال كان على رأسها إنشاء «الهيئة القومية للطيران والفضاء - ناسا» والتابعة مباشرة للرئيس الأمريكي، وأسند إلى الهيئة الجديدة التنسيق والإشراف على جميع أنشطة الفضاء. كما تقرر بناء قاعدة إطلاق جديدة في كيب كانافيرال بولاية فلوريدا. وعلى الفور بدأت ناسا برنامجا جديدا أطلق عليه «ميركوري» كان الغرض منه إطلاق كبسولة فضاء مأهولة وفي الوقت فسه بدأت في كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة سلسة من الإطلاقات المتعلقة باستكشاف القمر.

البرامج الأولى لاستكشاف القمر

كان من الطبيعي أن يكون القمر هو الهدف الأول لبرامج الفضاء، فهو ليس قريبا فحسب (250 , 000 ميل) ولكنه يحتوي على مفاتيح كثير من الأسرار التي تراكمت على مر عصور من تعلق الإنسان بالقمر ومراقبته ورصده، كما أنه إذا كان هناك استيطان للفضاء في أي زمن منظور فسوف يكون ذلك على القمر. وفي الوقت نفسه كانت هناك آمال باستغلال ثروات القمر والعثور في تربته على العناصر النادرة على الأرض، وهاهي الفرصة قد حانت لاختبار كل هذه النظريات والتصورات فما أشد شوق العلماء إذن للإسراع بالصعود إلى هذا الكوكب الجميل.

كان هناك ثلاثة أنواع من سفن الفضاء يمكن الاستعانة بها لهذه الأغراض:

الكبسولات المأهولة manned space capsules أو غير المأهولة unmanned... و«مسبرات» الفضاء probes وهي كبسولات تمر مرة واحدة بالقرب من جسم سماوي بغرض «سبر» أغوار الفضاء والحصول على المعلومات... ثم سفن الفضاء المأهولة manned space ships وهي التي يتحكم رجل الفضاء في حركتها ومهامها بدرجة ما.

وكان من الطبيعي أن يبدأ الاستكشاف باستخدام المسبرات الأكثر أمنا من حيث إنها غير مأهولة كما أن تكنولوجيا الفضاء لم تكن قد وصلت بعد إلى الثقة الكاملة اللازمة بالمجازفة بإرسال إنسان إلى الفضاء، وإن كانت تسير نحو ذلك الهدف بخطى حثيثة.

وفي العقد الذي تلا سبوتنيك 1957-1966 بلغ مجموع ما أطلقه الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة فيما بينهما حوالي خمسين مسبرا لاكتشاف القمر. وكانت المسابر الأولى معنية إما بالمرور عن قرب شديد من القمر يسمح لها بالحصول على معلومات ذات قيمة، أو النزول عليه نزولا ارتطامياً ثقيلا hard lading. ويقصد بالنزول «الثقيل» ذلك النزول الذي لا يتطلب تحكما دقيقا، ومن ثم فإن مركبة الفضاء أو المسبر يتحطم عند ارتطامه بسطح القمر ولذلك يكون الحصول على المعلومات مركزاً في تلك الفترة التي تلي الاقتراب من سطح القمر وتسبق الارتطام به وهي لا تتعدى ثواني قليلة.

أما النزول «اللين» أو «البطيء» soft landing فيتطلب مقدرة تقنية عالية في التحكم في مركبة الفضاء. ويفترض في هذا النوع من المهام أن تصل أجهزة القياس والمجسات المختلفة سالمة لتؤدي مهامها على سطح القمر. ومن الطبيعي أن يتأخر النزول اللين عن النزول الارتطامي الثقيل سنوات عدة إذ لم يتحقق ذلك النوع الأول إلا في عام 1966. وبين هذين النوعين من النزول حاولت الولايات المتحدة نوعا وسطاً سمي النزول «شبه اللين» وفيه يتم إبطاء السفينة إلى أقصى حد ممكن وفي الوقت نفسه تدعيم الأجهزة وتقويتها لتتحمل صدمة متوسطة وتستمر في أداء مهمتها. وكانت نتائج هذا النوع مخيبة للآمال إذ تحطمت الأجهزة والمعدات تماما في المحاولات الخمس التي أجريت لإنزال من هذا النوع في مركبات من طراز رينجر.

وبالإضافة إلى هذه الأنواع كان هناك نوع آخر من المهام يهدف إلى البقاء في مدار مستقر حول القمر مدة طويلة يتم فيها إجراء تجارب ومهام عديدة.

كان لدى كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة برامج لكل نوع من هذه المهام، وفي جميع هذه النوعيات من المهام المتدرجة في التقدم التقني كان الاتحاد السوفييتي يسبق إلى تحقيق الهدف ثم كانت تلحق به الولايات المتحدة في تحقيق الهدف نفسه ولكن بدرجة أعلى من الإنجاز العلمي والتقني. واستمر هذا النمط سائدا حتى حققت الولايات المتحدة فوزا حاسما في مجال غزو الفضاء بإنزال أول رجل على سطح القمر في عام 1969.

برنامج لونا السوفييتي ورينجر وسيرفيور الأمريكيان:

بدأ الإتحاد السوفييتي السباق إلى القمر ببرنامج «لونا» حيث أطلقت أولى كبسولاته لونيك-1 في 1959 وفي سبتمبر من العام نفسه ارتطمت لونيك-2 بسطح القمر. وكانت لونا-3 (*) التي أطلقت في ذكرى إطلاق سبوتنيك (4أكتوبر) هي أول كبسولة تلتقط صوراً للجانب المظلم من القمر الذي مرت على بعد 6500ميل منه ثم توالت أقمار لونا-4 حتى 14 ومن أهم ما كشفته صور لونا 19 سطح القمر مفككا ويمكن المشر عليه لأنه متماسك

(*) الأقمار الثلاثة الأولى من السلسلة أطلق عليها لفظ «ولنيك» تصغير لونا لصغر حجمها.

كان البرنامج الأمريكي لاستشكاف القمر بمركبات غير مأهولة معتمدا على برنامج رينجر Ranger والذي حاولت المركبات الخمس الأولى منه أن تهبط برفق على بأجهزة محمية بشكل يمتص جزءاً كبيراً من الصدمة، لكن هذه المحاولات فشلت جميعها وتم التخلي عن الفكرة وبداية من عام 1964 بدأت مركبات رينجر في إرسال صور للقمر من ارتفاع أقل من ميل!، مظهرة تفاصيل فجوات على سطح القمر لا يزيد قطرها على عدة أمتار. وباعتبار سرعة الكبسولة عند الاقتراب فإن هذا يعني أن الكبسولة كان أمامها جزء من الثانية لإتمام مهمتها.

كان السبق إلى كل الإنجازات الكبيرة في مجال استكشاف القمر من نصيب برنامج لونا، باستثناء الإنجاز الحاسم الأخير والذي حصلت عليه الولايات المتحدة فيما عرف بأنه أكبر مشروع علمي أخذته البشرية على عاتقها على الإطلاق وهو مشروع أبوللو. ففي عام1959 حققت لونا أول وصول للقمر وأول تصوير للجانب المظلم. وبعد عدة سنوات وفي فبراير عام 1966 كانت لونا-9 هي أول سفينة تهبط هبوطا بطيئا على سطح القمر، وكانت لونا-10 هي أول سفينة تدور في مدار حول القمر في أبريل1966.

وفي عام1969 كانت أول خطوات الإنسان على سطح القمر والتي عبر عنها نيل ارمسترونج باقتدار بعبارته المشهورة إنها «خطوة صغيرة لإنسان ولكنها خطوة كبيرة للجنس البشري».

وتلا برنامج رينجر برنامج سيرفيور (surveyor) (الراصد)، والذي كان هدفه تحقيق الهبود البطىء بمركبة غير مأهولة على سطح القمر. وحققت مركبة سيرفيور-1 هذا الهدف في يونيو 1966 أي بعد ستة شهور من الهبوط الروسي، وكانت تحمل بالإضافة إلى الكاميرات التليفزيونية أجهزة لقياس صلابة التربة وتكوينها.

كانت الرحلات إلى سطح القمر بمركبات آلية غير مأهولة ضرورية تمهيدا لإرسال رائد فضاء إلى سطح القمر. أما الهدف التالي فكان البقاء في مدار مستقر حول القمر. وحقق الاتحاد السوفييتي هذا الإنجاز بالكبسولة لونا-10 في أبريل 1966 وتبعته الولايات المتحدة في أغسطس1966.

كانت هناك ثلاث سنوات للقمر: 1959 , 1966 , 1969.

في 4 أكتوبر1959 وبعد عامين تماما على بدء عصر الفضاء وصلت

لونيك-3 إلى القمر وصورت الجانب المظلم منه...

وكان 1966 هو عام الإنجازات للمركبات غير المأهولة إلى القمر، وفيه هبطت مركبة سوفييتية على سطح القمر ودارت أخرى حوله في مدار قمري مستقر.

وتحقق الإنجاز نفسه للأمريكيين بعد ذلك بشهور قليلة.

كان الفرق قد بدأ يضيق.

وبين مايو 1966 نوفمبر 1968 أطلقت الولايات المتحدة سبع سفن من طراز سيرفييور وخمس سفن في مدارات حول القمر، في حين أطلق الاتحاد السوفييتي عدة إطلاقات ناجحة وصلت بالكبسولات إلى مدار حول القمر وعادت منه إلى الأرض. وأخيراً جاء 1969 وفيه تحقق الإنجاز الكبير وهبط الإنسان على سطح القمر.

جدول 2 – 1 : البرامج غير المأهولة لاستكشاف القمر

	المسبر أو الكبسولة الفضائية	الدولة	التاريخ	المهمة المنجزة
1	لونيك 1 و 2	الاتحاد السوفييتي	يناير وسبتمبر 1959	قياس خصائص جو القمر
2	لونيك 3	الاتحاد السوفييتي	4 أكتوبر 1959	تصوير الجانب المظلم من القمر
3	بيونير 1 – 4	الولايات المتحدة	1958	لم تصل إلى المدار القمري
4	رينجر 1 – 6	الولايات المتحدة	1961 – 1964	لم تصل إلى المدار القمري أو وصلت و لم تعمل الأجهزة
5	لونا 4	الاتحاد السوفييتي	2 أبريل 1963	اختبار المشاكل الفنية لاستكشاف القمر
6	رينجر 7 – 9	الولايات المتحدة	1964 – 1965	إرسال صور للقمر من المدار القمري إلى الأرض
7	لونا 5	الاتحاد السوفييتي	9 مايو 1965	اختبار أجهزة الهبوط اللين على سطح القمر
8	لونا 6	الاتحاد السوفييتي	8 يونيو 1965	أخطأت المدار
9	لونا 7 – 8	الاتحاد السوفييتي	أكتوبر وديسمبر 1965	الإعداد للهبوط اللين على القمر
10	لونا – 9	الاتحاد السوفييتي	31 يناير 1966	أول هبوط لين على سطح القمر
11	لونا – 10 – 14	الاتحاد السوفييتي	مارس – ديسمبر 1966	أول أقمار صناعية توضع في مدار حول القمر – اختبار جو القمر وقياس تركيب سطحه باستخدام الاستشعار عن بعد

3 البرامج الفضائية المأهولة

برنامج فوستوك ـ رحلة يوري جاجارين:

بنهاية الخمسينيات كان قد تجمع لدى السوفييت الخبرة التي تسمح بالمجازفة بوضع إنسان في الفضاء. وفي 1959 بدأ العمل التفصيلي في برنامج سفينة الفضاء فوستوك (الشرق) والذي يهدف إلى إرسال رجل فضاء إلى مدار أرضي منخفض. وقد وسبق ذلك إرسال قرود وكلاب نفق بعضها في الفضاء.

كان هذا أول غزو للفضاء بالمعنى الحرفي للكلمة، وظهر للوجود نوع جديد من الأبطال هم رواد الفضاء Astronauts. وكان أكثر المؤهلين لهذه المهمة الجديدة التي لا يعرف عنها الكثير هم الطيارون العسكريون خاصة طيارو الاختبار. وبدأ الفرز المبدئي في1959. وفي فبراير1960 كان الإختيار النهائي قد اكتمل، وتم اختيار ستة رواد فضاء لمهمة فوستوك، وكان من هؤلاء يوري جاجارين. واستمر التدريب الشاق لمدة عام كامل، وفي 12 أبريل 1961 بدأ عصر ارتياد الفضاء بوساطة الإنسان.

تكونت مركبة فوستوك-1 من جزأين أساسيين: وحدة الأجهزة وكبسولة العودة، وهي عبارة عن كرة

قطرها 2,5 متر وبداخلها كرسي رائد الفضاء مزود بجهاز للقذف إلى خارج الكبسولة. وكانت الكبسولة مزودة بثلاث فتحات للرؤية وكاميرات تليفزيونية، وهوائيات اتصال، وجهاز راديو ولوحة التحكم إضافة إلى أجهزة حفظ الحياة والطعام والماء، وتزن الكبسولة في مجملها 4725 كيلو جراماً.

أما وحدة الأجهزة فتحتوي على أجهزة تصحيح المدار، وكذلك الصواريخ المستخدمة لإخراج الكبسولة من مدارها تمهيدا للعودة، وهي صواريخ صغيرة ذات وقود سائل تعطي دفعا قدره 1614 كيلوجراما وتستخدم فقط لتعديل المسار. ومنذ بداية برنامجهم الفضائي المأهول فضل السوفييت الاعتماد على التحكم الأرضي في كل المهام الرئيسية، وكان التحكم البشري من ورواد الفضاء يستخدم فقط في حالات الطوارىء.

وكانت رحلة يوري جاجارين التاريخية قصيرة قياساً على رحلات الفضاء إذ كانت عبارة عن دورة واحدة استغرقت 89 دقيقة تم بعدها إخراج الكبسولة عن مدارها بوساطة الصواريخ الضئيلة المثبتة، اليها ودفعها تحت تأثير جاذبية الأرض في رحلة العودة. واستغرقت رحلة العودة حوالي ثلث ساعة فقط ثم قفز جاجارين من كبسولته بباراشوت من على ارتفاع سبعة كيلومترات بعد 108 دقائق من لحظة الإطلاق. وبذلك انتهى مشهد من أهم المشاهد في تاريخ تحدي الإنسان للطبيعة، وخرج الإنسان لأول مرة من جاذبية الأرض.

وكان استقبال العالم للحدث مناسبا لأهميته في تاريخ البشرية، فبالرغم أن بعض الحوادث قد تشجب قيمتها بعد مرور سنوات وأحقاب عليها،فإن دوران أول إنسان حول الأرض ليس من هذه النوعية من الحوادث فلايزال يثير خيال الإنسان وحماس العلماء حتى بعد مضي نيف وثلاثين عاما على الحدث الكبير. وبهذا الإحساس الشعبي بضخامة الحدث خرج يوري جاجارين من جاذبية الأرض مجرد طيار اختبار شجاع يقتحم المجهول الأعظم في تجربة علمية لا تعرف نتائجها، وعاد بعد ساعة ونصف الساعة بطلا للاتحاد السوفييتي ورمزا لعصر الفضاء.

تحقق بتجربة جاجارين إنجاز الخروج إلى الفضاء بشكل أروع مما كان منتظرا، وتم بهذا الإنجاز وما سبقه من تجارب تمهيدية تحقيق عدة أهداف علمية كبيرة يمكن ذكر بعضها هنا، فقد تم:

- تطوير قاذفات عملاقة تسمح بحمل كبسولة فضاء إلى مدار حول الأرض.
- إمكان وضع كبسولة في مدار حول الأرض والتحكم في هذا المدار من الأرض.
- الاتصال بالإنسان في الفضاء وتلقي معلومات منه.
- التأكد من ملائمة جو الفضاء للإنسان وتبديد أي مخاوف من المخاطر غير المتوقعة التي قد تعوق وجود الإنسان في الفضاء.
- اختبار إمكانية إعادة الإنسان والمركبة سالمين من المدار.

وفي 6 أغسطس من العام نفسه تم إطلاق فوستوك-2 حاملة رائد الفضاء السوفييتي الثاني تيتوف الذي استمر في المدار خمسا وعشرين ساعة وثماني عشرة دقيقة مكملا سبع عشرة دورة حول الأرض قبل أن يعود بالطريقة نفسها إلى الأرض. وبهذا استقرت إنجازات برنامج فوستوك وبدا أن الإنسان يمكن أن يكون مخلوقا فضائيا كما هو مخلوق أرضي.

كانت هناك انجازات أخرى لبرنامج فوستوك من بينها إطلاق كبسولتي فضاء فوستوك-3 وفوستوك-4 لتمر إحداهما على مسافة ستة كيلومترات ونصف الكيلو فقط من الأخرى، لكن الأمر لم يكن نجاحا خالصاً ولاكان من طبيعة الأمور أن يكون كذلك. فعلى الرغم من أن الاتحاد السوفييتي لم يعلن في ذلك الوقت عن وقوع خسائر بشرية في برنامجه الفضائي، فإنه من المعتقد أن هناك ثلاث وقائع على الأقل فقد فيها رواد فضاء وكان ذلك قبل نجاح طيران جاجارين المدارى[1].

وكان دخول المرأة إلى عالم الفضاء من حظ عاملة النسيج فالنتينا تيريشكوفا. وينبغي ملاحظة أن رائد الفضاء أو رائدته لا يلزم أن يكون عالما للفضاء، ففي العادة لا يكون مطلوبا منه إلا أن «يكون هناك» ولا يتطلب الأمر وجود علماء للفضاء في السفينة إلا لإجراء تجارب معقدة لا دخل لها بعمليتي الإطلاق والعودة، الأمر الذي لم يتحقق إلا بعد عدد من السنوات، خاصة أن العلماء السوفييت ـ كما ذكرنا ـ كانوا يفضلون أن يكون التحكم في الكبسولة من الأرض.

وفي عام 1962 جند الاتحاد السوفييتي خمس رائدات فضاء هن: كوزينستوفا وبنوماروفا وسولوفييفا ويوركينا، إضافة إلى رائدتنا التي كان

من نصيبه الصعود إلى الفضاء فعلا في يونيو1963 فالنتينا تيريشكوفا. وكانت رحلتها في السفينة فوستوك-6 والتي كانت آخر سفينة من سلسلة فوستوك.

برنامج فوسخود

كانت الخطوة التالية بعد نجاح فوستوك زيادة عدد الرواد والمدة التي يقضونها في الفضاء، وكان البرنامج السوفييتي الرئيسي في هذا الاتجاه هو برنامج سويوز. وبين برنامج سويوز الذي شكل جزءا كبيرا من جهود الاتحاد السوفييتي في الفضاء وبرنامج فوستوك الذي كان فاتحة عصر المأهول جاء برنامج فوسخود.

وتكوّن برنامج فوسخود من مهمتين فقط، كانت أولاهما فوسخود-1 في أكتوبر1964، وسمحت بزيادة حمل الكبسولة إلى ثلاثة رواد. وشهدت مهمة فوسخود-2 أول خروج من الكبسولة إلى الفضاء، وهكذا كانت خطوات الإنسان الخارجي تزداد ثباتا يوما بعد يوم. وكان وراء هذه الإنجازات رجال عظماء على رأسهم العالم الأوكراني سيرجي كورولييف الذي قاد مسيرة الإتحاد السوفييتي في اقتحام الفضاء، ودخل بذلك بالإنسانية عصر الفضاء واستخداماته.

سيرجي بافلوفيتش كوروليف(1907-1966)

تدين الإنسانية في تحقيق حلم غزو الفضاء بدين كبير لعدد من الرجال، ولكنها تحمل أكبر قدر من الدين لسيرجي بافلوفتش كورولييف، هذا العالم الأوكراني الذي ارتبطت باسمه أعظم منجزات الإنسان في استكشاف الفضاء. فعلى يديه شهد الإنسان أول قمر صناعي يدور في الفضاء الخارجي (1957)، وأول تصوير للجانب المظلم من القمر (1959)، وأول إنسان يدور حول الأرض (1961)، وأول إنسان يمشي في الفضاء، وأول مركبة فضائية تهبط على كوكب الزهرة (1966)، وأول هبوط لين على سطح القمر(1966). ولنا أن نتصور أنه لو لم يمت سيرجي كورولييف في أوج إنجازاته لعلنا كنا نرى على يديه أول هبوط لإنسان على سطح القمر، ولتغير وجه التاريخ.

ولد سيرجي بافلوفيتش كورولييف في 12يناير1907 في أوكرانيا وتعلم

في المعهد الفني في كييف ثم في المعهد العالي الفني بموسكو، حيث حصل على درجة في هندسة الطيران. بدأ اهتمامه بالصواريخ في 1930 حيث كون مجموعة اهتمت بدراسة الصواريخ والمحركات ذات الوقود السائل وهو الموضوع الذي كان يشغل عددا من الباحثين في أوروبا في ذلك الوقت. وخلال الحرب العالمية الثانية كان كوروليييف يعمل في تزويد الطائرات الحربية بمحركات صاروخية.

بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية وفي 1946 كلّف كوروليييف العمل على تطوير الصواريخ الباليستية[2] طويلة المدى، ونجح في تحقيق السبق في تزويد الترسانة السوفييتية بصواريخ باليستية عابرة للقارات ICBM. وفي أغسطس1957 أطلق بنجاح أول صاروخ سوفييتي عابر للقارات صممه كوروليييف وهو الصاروخ R7.

وفي الوقت نفسه كان كوروليييف يعمل لتحقيق حلمه بالخروج إلى الفضاء، وفي 4 أكتوبر 1957 حقق هذا الحلم وبدأ تحت قيادته برنامج الإتحاد السوفييتي الشامل لاقتحام الفضاء.

وأحيط عمل كوروليييف بسرية كاملة وكان يعرف فقط باسم «المصمم الرئيسي»، واستمر البرنامج السوفييتي في تحقيق إنجازاته الكبيرة حتى وفاة كوروليييف نتيجة جراحة في يناير1966.

وقبل وفاة كوروليييف كان يعمل في برنامج سوفييتي للوصول بإنسان إلى القمر، لكن هذا المشروع تعطل بعد وفاته نتيجة الصراعات التي دارت بين مكاتب التصميم السوفييتية[3]. ومن إنجازات كوروليييف الكبيرة بالإضافة إلى الصواريخ العملاقة التي حملت سبوتنيك وفوستوك (جاجارين) ولونا (القمر) وفينيرا (الزهرة) وغيرها، المركبة السوفييتية سويوز والتي تعتبر عربة النقل الرئيسية للأحمال الفضائية السوفييتية. ومما يشير إلى عظمة كوروليييف أن تصميماته ظلت تستعمل في صورتها الأساسية لتنفيذ برامج الفضاء السوفييتية حتى بعد وفاته بسنوات طويلة.

برنامج ميركوري Mercury

شمل برنامج الفضاء الأمريكي المأهول في مراحله الأولى ثلاثة برامج متتابعة هي: ميركوري وجيمني وأبوللو. كان برنامج ميركوري أول برنامج

جدول 2 – 1 : البرامج غير المأهولة لاستكشاف القمر

الرحلة	الفضائيون	تاريخ الرحلة	مدة الرحلة (ق : س)	عدد الدورات	المهام المنجزة
فوستوك – 1	يوري جاجارين	12 أبريل 1961	01:48	1	أول إنسان في المدار
فوستوك – 2	جرمان تيتوف	6 أغسطس 1961	25:18	17	البقاء في الفضاء أكثر من 24 ساعة
فوستوك – 3	اندريان نيكولاييف	11 أغسطس 1962	94:22	64	التقاء في الفضاء على بعد 5 ، 6 كيلو مترا من فوستوك – 4
فوستوك – 4	باقل بوبوفيتش	12 أغسطس 1962	70:57	48	التقاء في الفضاء مع فوستوك – 3
فوستوك – 5	فاليري بايكوفسكي	14 يونيو 1963	119:06	81	التقاء مع فوستوك – 6
فوستوك – 6	فالنتينا تيريشكوفا	16 يونيو 1963	70:50	44	أول امرأة في المدار – التقاء مع فوستوك – 5
فوسخود – 1	فلاديمير كوماروف وبيجوروف وقسطنطين فيكتيشوف	12 أكتوبر 1964	24:17	16	السير في الفضاء
فوسخود – 2	إليكسي ليونيف بافل بيليابيف	18 مارس 1965	26:02	17	اختبار أجهزة السير في الفضاء باستخدام حبل من النايلون المتين

أمريكي مأهول في الفضاء واستمر من عام1958 إلى عام1993، وكان الهدف الأول من المشروع وضع إنسان في الفضاء بغرض دراسة تأثير الفضاء في الوظائف الأساسية للإنسان وتعرف المشاكل الجديدة التي يطرحها تحدي الفضاء والوصول إلى إتقان وسائل وضع إنسان في المدار واستعادته إلى الأرض سالما.

لم يكن الفضاء مجالا معروفا للإنسان كما هو الآن. وكان كل شيء محتملا ومحفوفا بالمخاطر ولذلك كان لابد من برامج لتأهيل الإنسان للفضاء. ونفذ من هذه البرامج برنامجان هما البرنامج الروسي «سويوز» ومثيله الأمريكي ميروكوري، وكان النجاح حليف البرنامجين وهما اللذان مهدا للإنجازات الكبيرة في الفضاء بعد ذلك.

وفي ذلك الوقت لمع نجم رواد الفضاء وتحققت لهم شهرة لم تتحقق إلا لنجوم هوليوود، وأصبح حلم كل صبي أن يصبح رائدا للفضاء، وحلم كل فتاة أن تتزوج واحدا منهم، ولم تقتصر هذه الشهرة على الرواد من بني الإنسان، وإنما امتدت إلى الرواد الآخرين وهم من فصيلة الشمبانزي، وكان هؤلاء أربعة بين أول عشرة أحياء صعدوا إلى الفضاء.

وشمل برنامج ميركوري ستة وعشرين اختبارا كان في أربعة منها قرود شمبانزي، وأول رحلة مأهولة بإنسان كانت رقم 18 بواسطة آلان شبرد في 5 مايو 1961 وكان الإطلاق متواضعا بالقياس إلى النجاح على الجانب السوفييتي الذي حصل رائده الفضائي «يوري جاجارين» على نصيب الأسد من كل شهرة رواد الفضاء مجتمعين ولم ينافسه في هذا إلا «جون جلين» الذي حشدت وراءه أمريكا كل قدراتها الدعائية لتغطي به أداءها المتواضع في بداية برنامج الفضاء.

كان أول إطلاق في برنامج ميركوري هو إطلاق آلان شبرد في 5 مايو1961 في الكبسولة Freedom-7 في قوس تحت مداري بلغ ارتفاعه 187 كيلومتراً، ويعني هذا أن شكل مسار الكبسولة التي أطلق فيها يتخذ الشكل الطبيعي لحجر مقذوف من سطح الأرض، ولا تصل الكبسولة في هذه الحال إلى الدمار بل تسقط على الأرض، أو في المحيط حيث تلتقطها سفن البحرية.

وقد استمرت رحلة شبرد القصيرة مدة خمس عشرة دقيقة، وأمكن استعادة رائد الفضاء سالما، وحققت الولايات المتحدة ما أرادته من ادعاء

بأنها أيضا صعدت بأمريكي إلى الفضاء. ورغم الفارق الكبير في الإنجاز بين هذا الإطلاق محدود الأثر وبين صعود جاجارين إلى المدار وعودته، فإنه على الأقل خفف الضغط السياسي والإعلامي عن البرنامج الأمريكي وسمح له أن يركز على الخطوة التالية.

وفي 20 فبراير 1962 جاءت هذه الخطوة بإطلاق «جون جلين»- الذي أصبح سناتوراً فيما بعد وتخصص في شؤون الدفاع - في أول دوران حول الأرض للولايات المتحدة. وقضى جلين خمس ساعات في الفضاء أتم خلالها ثلاث دورات حول الأرض، وعاد منها إلى استقبال غير مسبوق على سطحها.

وتبع رحلة «جون جلين» إطلاقان في عام 1962 استمر أحدهما خمس ساعات تقريبا وأتم ثلاث دورات حول الأرض وقام بالرحلة 25 الرائد مشيرا في أكتوبر 1962 وقضي في الفضاء ضعف المدة وأتم ضعف عدد الدورات، وفي 15 مايو كان آخر إطلاق في برنامج ميركوري وحمل رائد الفضاء جوردون كوبر في رحلة استمرت أربعا وثلاثين ساعة ونصف الساعة.

وقدر لكوبر أن يرتبط اسمه بأحد الاستخدامات المهمة للفضاء، فقد ذكر عنه عودته أنه استطاع تمييز معالم المباني والشوارع الكبرى من كبسولته في السفينة ميركوري، ورغم أن أحدا لم يصدقه تماما في ذلك الوقت، كما أن رحلته كانت آخر الرحلات في برنامج ميركوري وبالتالي كان من الصعب التحقق من دقة مقولته، فإن مشاهدات زملائه في رحلات تالية والصور التي التقطوها أثبتت أنه يمكن من الفضاء عمل مسح شامل للأرض وتمييز معالم دقيقة على سطحها، واستخدمت هذه التقنية في المسح الفضائي الذي ألغى إلى حد كبير المسح الجوي المحدود الذي كان يتم من الطائرات،وكانت تلك هي بداية تقنية الاستشعار الفضائي، وإن كان بعض العلماء قد رجح أن تكون هذه الرؤية تهيؤات سببها الإجهاد والإرهاق العصبي والضغط النفسي الذي تعرض له الرائد نظرا لاستحالة الرؤية العين المجردة من ارتفاع بقرب من 250 كيلومترا ووسط الظلام الذي يسود الفضاء.

برنامج جيمني Gemini

كان الهدف من برنامج «جيمني» الذي تم في بداية الستينيات هو التأهيل للرحلة الكبيرة التي تعد لها وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» في نهاية العقد

إلى القمر. ولذلك كان هناك عدد كبير من المهام والتفاصيل التي كان من المطلوب تجربتها والتعديل فيها واكتساب خبراتها قبل تنفيذها في المهمة الحقيقية.

وشملت أهم هذه المهام:

- التدريب على قيادة كبسولة الفضاء والتحكم فيها.

- الاتصال بمركز القيادة الأرضى وتلقي التعليمات وإرسال المعلومات والتدرب على البقاء مدداً طويلة في الفضاء.

- تنفيذ اقتراب والتحام بين مركبتين في الفضاء...

- وأخيرا استعادة المركبة وروادها من المحيط بعد العودة.

وكانت النية أولا أن تكون العودة عن طريق سابحة ذات هبوط أفقي على غرار مكوك الفضاء الذي تم تنفيذه فيما بعد، إلا أن ضغوط التوقيت في برنامج جيمنى حتمت الإستغناء عن هذا الهدف والاستعاضة عنه بالهبوط في المحيط والذي كان قد جرب بالفعل في رحلات سابقة.

وكانت هناك اثنتا عشرة رحلة في برنامج جيمني، كانت الرحلتان الأوليتان منها دون رواد فضاء وتمتا في 8 أبريل 1964 و19 يناير 1965. وفي 23 مارس 1965 بدأ برنامج جيمني الفعلي بإطلاق رائدي الفضاء «فيرجيل جريسون» و«جون يونج» إلى المدار في المركبة جيمني-3 حيث أكملا ثلاث دورات حول الأرض، وتم في هذه الرحلة تجربة استخدام صواريخ التحكم لتغيير المسار في الفضاء لأول مرة.

وقد تبدو إنجازات رحلات الفضاء الأولى متواضعة بالقياس إلى ما يمكن أن يتصوره القارىء المشبع بالحديث عن استخدامات الفضاء في عصرنا الحالي، إلا أنه يجب أن نتذكر أنه في ذلك الوقت كانت كل التفاصيل جديدة وغير معروفة، وكان الخروج عن المخطط والمجرب قبل ذلك ولو بشكل ضئيل يمثل مغامرة يجب أن تحسب بدقة وأن توفر لها كل إمكانات النجاح، لذلك كانت هناك مهام بأكملها تخصص مثلا لاختبار ردود فعل الإنسان في الفضاء وقدرته على النوم ومدى تأثر انظمته الطبيعية بالوجود في جو انعدام الجاذبية، ثم هناك تجربة الأجهزة والأنظمة المستخدمة في الرحلة وكلها عادة جديدة وتصمم لأول مرة لتلك الرحلة بالذات وقد لا يمكن اختبارها في ظروف واقعية إلا في الفضاء ذاته، كما أن الفشل في

أي من هذه المهام كان كفيلا بإرجاع برنامج الفضاء كله سنوات إلى الوراء وهو أمر لم يكن أحد على استعداد للمغامرة بحدوثه.

وكانت الرحلتان التاليتان لاختبار تأثيرات البقاء في الفضاء لمدد طويلة (نسبيا حيث إن البقاء لمدد طويلة فعلا حققته محطات الفضاء بعد ذلك وخاصة محطة الفضاء الروسية مير) في صحة الرواد وأدائهم. وفي الرحلة جيمني-4 بقي الرواد لمدة أربعة أيام تحت ظروف انعدام الوزن، وفي جيمني-5 استمرار الرائدان لمدة ثمانية أيام. وتحقق في هذه الرحلات أول خروج من الكبسولة إلى الفضاء داخل بدلة الفضاء الخاصة، وتزايد الزمن المسموح به لرائد الفضاء خارج الكبسولة حتى وصل إلى خمس ساعات ونصف الساعة في نهاية البرنامج. واستمرت رحلات جيمني حتى وصلت إلى اثنتي عشرة رحلة وفي الوقت نفسه تزايدت صعوبة ودقة المهام المكلف بها.

برنامج سويوز

تعد السفينة سويوز Soyuz أو «الاتحاد» باللغة الروسية أساس البرنامج السوفييتي للفضاء المأهول. وقد صممها عبقري الفضاء السوفييتي سيرجي كوروليف، وظلت تؤدي مهام عديدة في برنامج الفضاء السوفييتي لسنوات طويلة، واستخدمت أساسا مركبة خدمة للمحطة المدارسة «ساليوت»، تحمل الطعام والماء والمعدات إليها كما تحمل أطقم رواد الفضاء من وإلى المحطة المدارية، ولاتزال هذه المركبة في صورة متطورة تحمل في خدمة المحطة المدارية «مير».

تتكون مركبة سويوز من ثلاثة أجزاء: جزء علوي للبقاء في المدار وجزء أوسط يبقى رواد الفضاء ويعودون فيه للأرض، وجزء سفلي يحتوي الأجهزة.

بدأ أول إطلاق للمركبة سايوز في 23 أبريل 1967، وكانت النية متجهة إلى إطلاق مركبتين متعاقبتين يتم الالتحام بينهما وينتقل الملاحون الفضائيون بينهما، إلا أن سوء الحظ لازم المركبة سايوز-1 بعد إطلاقها واحترقت خلال محاولة إعادتها للأرض وقتل فيها رائد الفضاء السوفييتي فلاديمير كوماروف. ونتيجة لهذه الكارثة تأجل برنامج سايوز لمدة عام حيث استؤنف في 25 و26 أكتوبر 1968 بإطلاق مركبتين إحداهما فارغة والأخرى بها رائد فضاء وتم الإلتقاء بينهما من دون التحام وعادتا سالمتين للأرض.

جدول 2 – 3 : المهام المنفذة في برنامج جيميني للتمهيد للصعود إلى القمر

الرحلة	التاريخ	مدة الرحلة (ساعة)	الدورات حول الأرض	المهام المنفذة
جيميني1	8 أبريل 1964	-	64	احترقت جيميني-1 عند العودة
جيميني2	19-يناير-65			دون رواد
جيميني3	23-مارس	5	3	أول طيران مداري لرائدين معاً
جيميني4	3 - 7 يونيو	98	63	أول تجربة للسير في الفضاء
جيميني5	21 - 29 أغسطس	191	120	اختبار البقاء في الفضاء
جيميني6	15 - 16 ديسمبر	26	15	التقاء مع جيميني-7
جيميني7	4 - 18 ديسمبر	330 ساعة ونصف الساعة	206	البقاء في الفضاء لمدة طويلة – التقاء مع جيميني-6
جيميني8	16-مارس-66	11	6.6	أول التحام فضائي وسحب مرحلة من صاروخ
جيميني9	3 - 6 يونيو 1966	72	44	التقاء – السير في الفضاء
جيميني10	18 - 21 يوليو	71	43	التحام – السير في الفضاء
جيميني11	12 - 15 سبتمبر	71	24	التحام – السير في الفضاء
جيميني12	11 - 15 نوفمبر 1966	94 ساعة ونصف الساعة	59	التحام – السير في الفضاء

وفي يناير 1969 أطلقت المركبتان سويوز-4 وسويوز-5 وتم التحامهما وانتقال الرواد بينهما بنجاح. وقد أطلق من الجيل الأول من المركبة أجرى عشرة رحلة قامت فيها مركبات سايوز بعديد من المهام المتنوعة التي يحتاج إليها البرنامج الفضائي، وحيث إن البرنامج السوفييتي كان يركز على المحطات المدارية فإن جزءاً كبيراً من المهام كان يتصل بالالتقاء والإلتحام بمركبات أخرى تمهيدا للالتحام بالمحطة المدارية.

وفي 19 أبريل 1971 في محاولة لاستعادة المبادرة التي فقدها بنزول أمريكي على القمر، أطلق الاتحاد السوفييتي أول محطة مدارية وهي المحطة ساليوت-1 فيما أصبح منذ ذلك الحين وحتى الآن جهدا متصلا وناجحا في بناء وإطلاق المحطات المدارية والسفر إليها والبقاء فيها مددا قياسية.

وفي 23 أبريل 1971 أي بعد أربعة أيام من إطلاق المحطة المدارية، أطلق السوفييت المركبة سويوز-10 التي التحمت بالمحطة. وفي 6 يونيو من العام نفسه أطلقت المركبة سويوز-11 حاملة ثلاثة رواد هم جورجي دوبروفولسكي وفلاديسلاف فولكوف وفيكتور باتسييف. وبعد تمام مهمتهم وخلال العودة

تعرض الرواد لحادث مروع إذ لقوا حتفهم جميعا وحملت المركبة جثثهم إلى الأرض.

توقف برنامج سويوز نتيجة للكارثة الفضائية المروعة التي أصابت سويوز-١١، ولم يستأنف البرنامج نشاطه إلا بعد عامين. وبعد إجراء عدد من التعديلات المهمة في تصميم المركبة. واستمر الاتحاد السوفييتي في برنامجه للمحطات المدارية، واستمرت المركبة سايوز المعدلة في أداء مهمتها كمركبة النقل الفضائية الرئيسية. وخلال السبعينيات شن الإتحاد السوفييتي حوالي ثلاثة وعشرين إطلاقا لمركبات سايوز بدءاً من سايوز-12 إلى سايوز34، وكلها حملت روادا أو معدات للمحطات المدارية التي أطلقها الإتحاد السوفييتي في الفترة نفسها وهي ساليوت-3 إلى ساليوت 6.

وفي الختام يمكن القول إنه في حين ركزت الولايات المتحدة جهدها في مهامها الفضائية المجهولة على خطوتها الكبيرة في النزول على القمر بحيث كانت مهام مركبات الفضاء جيمني وميركوري هي الإعداد للمركبة أبوللو، فإن الاتحاد السوفييتي ركز جهوده على تطوير عمليات السفر والنقل والإتصال بالمحطات المدارية وحقق في ذلك نجاحاً كبيراً جعله، من دون شك - الدولة الأولى في هذا المجال المهم. ولاتزال محطة الفضاء «مير» تدور في الفضاء وتمثل في الواقع أقرب تحقيق لحلم الإنسان القديم باستيطان الفضاء.

مراجع وهوامش

(الباب الثاني)

الفصل الثالث

(1) موعد في السماء ـ برنامج جيمني للوصول إلى القمر ـ تأليف سول ليفين ـ ترجمة د.عزيز فريصة ـ دار النشر للجامعات المصرية ـ 1963.

(2) في الصواريخ الباليستية (القذفية) ينطلق الصاروخ بقوة دفع المحرك التي تستمر حتى يصل إلى الصاروخ إلى ارتفاع معين ثم تتوقف المحركات ويستمر الصاروخ كقذيفة موجهة، ومن هنا جاء الاسم Ballistic أي قذائفي.

(3) موسوعة كمبريدج للفضاء ـ مطبعة جامعة كمبريدج 1992.

(4) لم يعرف أنه كان هناك برنامج سوفييتي للوصول إلى القمر إلا بعد إذاعة وثائق البرنامج الفضائي السوفييتي كجزء من سياسة الجلاسنوست (المكاشفة) التي اتبعها جورباتشوف ـ لمزيد من التفاصيل أنظر الباب الثالث من هذا الكتاب.

الباب الثالث
النزول على القمر
برنامج أبولو

«إنني أعتقد أن هذه الأمة يجب أن تلتزم بالسعي للوصول قبل نهاية العقد الحالي إلى هدف انزال انسان على سطح القمر والعودة به سالما إلى الأرض».

الرئيس الأمريكي
جون ف.كنيدي
من خطابه إلى الكونجرس الأمريكي
25مايو1961 .

لم يكن ممكنا للولايات المتحدة أن تسكت على التحدي الواضح الذي وضعه أمامها الإتحاد السوفييتي في أوج الحرب الباردة بانتصاراته الكبيرة في الفضاء، ووجه الرئيس إيزنهاور ـ الجنرال المنتصر في الحرب العالمية بهذا التحدي وكان قراره بإنشاء هيئة تجمع كل أنشطة الفضاء في جهة واحدة تتبع الرئيس، وكان ميلاد الإدارة القومية للطيران والفضاء «ناسا» في 1أكتوبر 1958 . وبدأ نشاط مكثف في مجال الفضاء بدأته ناسا ببرنامج ميركوري وتبعه برنامج أبوللو بعد قليل.

تكونت ناسا في بدايتها من أربعة مراكز للأبحاث قسم العمل بينها هي مركز «لانجلى» لأبحاث الفضاء بفرجينيا واختص بدراسة الهياكل والمواد المصنعة الداخلة فيها، ومركز «لويس» في ولاية أوهايو واختص بأبحاث الصواريخ والوقود السائل، ثم مركز «مارشال» في ولاية آلاباما وكان مجاله دراسة وتقويم مركبات الفضاء المقترحة وتصميماتها، أما مركز «إيمز» بكاليفورنيا فكان مسئولا عن المسائل المتعلقة بالملاحة للقمر، وأخيرا كانت هناك مجموعة التنسيق لأنشطة الفضاء Spase Task Force وتولت التنسيق بين هذه المراكز.

لكن الدفعة الكبيرة في أنشطة الفضاء جاءت من أحداث متلاحقة في عام1961 ومع بداية ولاية الرئيس كنيدي. ففي 12أبريل1961 دار يوري جاجارين حول الأرض في المركبة فوستوك وفي نفس الشهر كانت فضيحة «خليج الخنازير» التي فشل فيها فريق من الكوبيين الذين يعيشون في الولايات المتحدة بدعم من المخابرات المركزية في محاولة غزو كوبا وتسبب الموقف في حرج كبير للولايات المتحدة والرئيس الجديد.

وكان لابد من أن تجد الولايات المتحدة مخرجا من هذا المأزق وجاء

نجاح إطلاق آلان شبرد في طيران تحت مداري في 5مايو1961 ليعطي «ناسا» هذا المخرج المطلوب. ورغم أن هذا الإطلاق كان إنجازا تكنولوجيا ضئيلا بالقياس إلى أن الدوران في مدار حول الأرض بالمركبة فوستوك التي حملت جاجارين، فإن الولايات المتحدة صورت الحدث وكأنه إنجاز تكنولوجي هائل وفي الحقيقة أنها وجدت فيه مساحة لإلتقاط الأنفاس واستعادة مبادرة الحركة.

كان لابد للولايات المتحدة من العمل على إعادة التوازن الذي فقدته إثر إطلاق سبوتنيك ورحلة جاجارين المدارية، وأصبح واضحا الرئيس كنيدي أنه لابد من مشروع قومي يحشد الطاقات العلمية والتكنولوجية لمواجهة الخطر الذي كانت تحسه أمريكا من السبق الذي لا يمكن المراء فيه والذي حققه خصمها اللدود الإتجاد السوفييتي، ومن هنا ولد مشروع أبوللو.

١ الجذور الأولى لمشروع أبوللو

في الواقع أن مشروع أبوللو قد شهد بداياته قبل ذلك بقليل، ففي يوليو 1960 قدمت «ناسا» للشركات الصناعية المتعاملة معها الخطوط الرئيسية لمشروع الوصول إلى مدار حول القمر وطلبت دراسات لجدوى وإمكانية تحقيق المشروع وعادت الدراسات كلها تؤكد إمكانية نجاح الفكرة، لكن طموح الرئيس كنيدي كان أبعد من مجرد الدوران حول القمر، ففي 20 أبريل 1961 أي بعد ثمانية أيام فقط منر حلة جاجارين سأل نائبه ليندون جونسون، واذي كان كينيدي قد عينه مستشاره الرئيسي لشئون الفضاء، إن كان هناك برنامج فضاء يعد بنتائج درامية يمكن للولايات المتحدة أن تفوز غيه. وخلال أسبوعين قام جونسون بجهود مكثفة تحت خلالها البدائل التي تجيب على سؤال الرئيس.

وكان من بين الذين استشارهم جونسون عالم الصواريخ الألماني الأصل «وارنر فون بران» الذي كان قد هرب إلى جانب الولايات المتحدة مع فريق من مهندسيه في الأيام الأخيرة للرايخ الثالث. وفي مذكرة تاريخها 1961/4/29 أبلغ فون براون نائب الر ئيس أنه: «ليس لدينا فرصة طيبة للتغلب على

السوفييت في إرسال مخبر مأهول إلى الفضاء..... ولدينا فرصة ممتازة لنسبقهم في أول هبوط لطاقم على سطح القمر»[1].

وفي 8 مايو 1961 قدم جونسون إلى كينيدي مذكرة تبين نتائج استقصائه، وكانت توحي بأن «على الولايات المتحدة أن تهدف إلى إرسال رحلة مأهولة إلى القمر قبل نهاية هذا العقد».

وقبل كينيدي هذه التوصيات، وفي 25 مايو1961 وجه رسالته الشهيرة إلى الكونجرس الأمريكي والتي قال فيها:

«إنني أعتقد إن هذه الأمة يجب أن تلتزم بالسعي، قبل نهاية هذا العقد، لتحقيق هدف إنزال إنسان على القمر والعودة به سالماً إلى الأرض».

إن من الإنصاف أن يتناول التاريخ هذا القرار بالتحليل والدراسة، وبالنسبة لنا لا يسعنا أن نخفي الإحساس بالإعجاب. فبالنسبة للرئيس كندي كان هذا القرار وثبة إلى المجهول، إذ لم يكن أحد في ذلك الوقت يمكلك القدرة على التنبؤ بشكل قاطع بإمكانية تحقيق هذا الهدف، فضلا عن تحقيقه في وقت معين.

ومن ناحية أخرى كان القرار رداً على اللطمات المتوالية التي تلقتها الولايات المتحدة من الإتحاد السوفييتي في مجال الفضاء، وجاء ذلك في صورة تحد واضح محدد الهدف والموعد.

ومن الناحية الثالثة كان على كنيدي أن يسارع بقرار يستطيع أن يوقف التآكل في ثقة أمته بنفسها ويعيد شحذ قدراتها على المنافسة.

ويعتبر هذا القرار مثالا كلاسيكيا لما يمكن أن تعمله التحديات الكبرى في شحذ همة الأمم عندما تجد القائد الذي يستطيع أن يبلور التحدي ويقدمه لأمته. ولربما تذكرنا الملابسات المحيطة به بقرار الرئيس المصري عبدالناصر بتأميم قناة السويس والذي أشعل الروح القومية في المنطقة العربية في الخمسينيات والستينيات. ففي تلك اللحظة أيضا كان هناك رئيس يحس بالتحدي الذي يواجه أمته، ويبلور أسلوب المواجهة في قرار واحد مركز يستطيع ليس فقط أن يجمع الأمة حوله، بل أن يخرج منها أحيانا ما لا تعرف أنها تملكه.

ونحن هنا لا نتحدث عن تفوق أمريكا أو الإتحاد السوفييتي التكنولوجي، كما لا نتحدث عن صحة أو صواب قرار الرئيس عبدالناصر بتحدي الدول

الغربية وانتصاره لإستقلالية قرار الدول النامية ودول العالم الثالث، ولكننا نتحدث عن طبيعة عملية اتخاذ القرار عند القمة وتأثير ذلك في تغيير حركة التاريخ ودور عبقرية القيادة في ذلك.

فلا تزال الأمم تواجه باستمرار تحديات يمكن أن تكون تحول في تاريخها لو أحسنت لقاءها، ومنها ما نقابله في منطقتنا العربية وبالذات في مقابلة التحدي الإسرائيلي الذي وصل إلى غفلة منا بإطلاق أقمار التجسس ودخول عصر الفضاء بقوة فضلا عن امتلاك أسباب القوة النووية، إلى درجة لا تبررها الظروف الموضوعية وفروق الإمكانيات والقدرات المتاحة ولم يكن ليصل إليها لو أننا قابلنا التحديات في «اللحظات المناسبة» بالقرار الملائم. ويكون السؤال الحائر في ذهن الإنسان العربي دائما: ماذا لو قابلت تلك الظروف رجاة غير الرجال، أو لم تكن الأمة ـ بنفس إمكانياتها ـ قد خذت مساراً آخر وكتبت لنفسها تاريخا مختلفا.

إن هناك دوراً واضحا للعملاء، وهو أن يضعوا البدائل واضحة أمام القيادة وأيضا أن ينبهوا إلى المخاطر والتحديات حتى دون أن يطلب ذلك منهم مباشرة. وعليهم أيضا دور تثقيف المجتمع في مجال تخصصهم وإتاحة المعلومات الصحيحة التي تتيح للمثقف المهتم متباعة التطورات العلمية الجارية في العالم وفي منطقة متابع واعية.

ولكن يظل حشد طاقات الأمة وحفزها رهناً بقرار يأتي من القمة يستقرأ التاريخ ويشترف المستقبل ويستنهض قدرات أمته ويوجهها مركزة للخروج من الأزمة واختراق الحصار، وتلك هي عبرة قرار أبوللو بالنسبة لنا.

كان قرار أبوللو «كينيدي» منفرداً، وهي طبيعة القرارات الحاسمة عند القمة، فهو الذي وجه السؤال وطلب البدائل وهو الذي أحس بالخطر يواجه أمته، وهو الذي اتخذ القرار في النهاية. وربما لو ترك الأمر للرئيس ايزنهاور فلعله لم يكن هناك سباق للقمر على الإطلاق، فقد رفض الرئيس أيزنهاور فكرة أي ارتباط لإنجازات الفضاء بالقوة الأساسية للوطن، بينما رأى كنيدي علاقة مباشرة بين القادة العالمية والتفوق في استكشاف الفضاء.

ولم يكن القرار فنيا ولا يمكن أن ينسب لفون براون فضل فيه، على الرغم من أن القيادة فون براون وعبقريته الفضل الأول في «نجاح» برنامج

الفضاء. ولعله لو لم يكن قرار كنيدي لظل فون براون أحد العبقريات الكبرى التي لم يتح لها أن تصل بعبقريتها إلى قمة أحلامها وإمكانياتها، والتاريخ ملىء بأمثال هؤلاء الكبار.

وأيا كانت رؤيتنا للقرار الآن بعد أكثر من نيف وثلاثين عاما على اتخاذه، فإنه نجح تماماً في تحقيق أهدافه، فقد اشتعلت الولايات المتحدة حماسا وتصميما على تحقيق الهدف، وبدأت جهودا مركزة ومكثفة لدراسة أفضل السبل للوصول إليه.

لم يكن هناك في ذلك الوقت تصور واضح لكيف يمكن تحقيق هذا الهدف الطموح سواء من ناحية توافر تكنولوجيا الصواريخ التي تستطيع حمل إنسان باحتياجاته في رحلة طويلة إلى القمر، أو من حيث وسائل الاتصال والمتابعة أو حتى من حيث ضمان سلامة وصحة هذا الإنسان. ولنا أن نذكر أنه في ذلك الوقت لم تكن الولايات المتحدة قد استطاعت حتى أن ترسل إنسانا حول الأرض(!!).

ولسنا نقصد بهذا أن نقول إن أسس التكنولوجيا الموصلة لهذا الهدف لم تكن موجودة أصلا، إنما نود أن نشير إلى أن هذا القرار قد وضع مجموعة هائلة من التحديات أمام الشعب الأمريكي وعلمائه وصناعاته لم يسبق أن وضعت مثلها أمام شعب آخر في حالة السلم، ويكاد لا يكون هناك مثلها في حالة الحرب.

عندما بدأ العمل في المشروع الكبير لم يكن هناك تصور كامل لكيف سيتم تنفيذه حيث لم تكن التقنيات موجودة لتنفيذ كل مراحله. وطرحت عدة بدائل كان أطرفها بالتأكيد ذلك الذي يقترح أن يرسل رجل فضاء إلى القمر حيث يستقر هناك حتى يتم إيجاد الطريقة الكفيلة بإعادته سالما. ولا شك في أن واضع هذا الاقتراح - الذي لابد أنه كان أحد الموظفين البيروقراطيين الذين يبدو أنهم فصيل عالمي يتمتع بسمات مشتركة وتعرفهم حين تقابلهم في أي مكان حتى في أمريكا - لاشك أنه كان متأكدا من أنه لن يكون هو رائد الفضاء الذي سيقع عليه الاختيار، ذلك على الرغم من أن هؤلاء الفضائيين الرواد كانوا في الواقع يقتحمون عوالم مجهولة في كل خطوة.

وشملت البدائل الأكثر واقعية الاحتمالات الثلاثة الآتية:

- الطيران مباشرة إلى القمر.
- التوقف في مدار أرضي وتجميع عدة صواريخ في قاذف عملاق ينطلق نحو القمر.
- إطلاق سفينة «أم» تدور حول القمر حيث تنطلق منها مركبة صغيرة للنزول على سطح القمر والعودة.

وكان الإقتراح الثالث وهو دوران السفينة الأم حول القمر، جذابا بشكل بارز، إذ إنه سيلغي ضرورة حمل السفينة الكاملة إلى القمر وبذلك يقلل مقدار الدفع المطلوب. وعلى كل حال فقد كان العاملان الحاسمان لإختيار أي من البدائل المقترحة هو مقدار الدفع المطلوب ومدى تعقيد أو بساطة التكنولوجيا المطلوبة لتنفيذ الاقتراح.

ولم يكن واحد من هذين العاملين بسيطا أو سهلا، فلكي تستطيع ناسا أن تثبت إمكان تنفيذ البديل القمري وتحل مشكلاته التقنية، كان لابد لها من أن تطلق برنامج فضاء كاملا مستقلا بذاته هو برنامج «جيمني» والذي كان من أهم أهدافه إثبات وتطوير المفاهيم العلمية والأساليب التقنية التي ستستخدم في برامج أبوللو. وبدأ برنامج جيمني على التوازي مع برنامج أبوللو في ديسمبر 1961 وكان هدفه الرئيسي تطوير تقنيات الفضاء المأهول استعدادا للهبوط على القمر.

أما مسألة توفير قوة الدفع اللازمة لتحقيق هذا الحلم البشري الطموح فهي قصة مثيرة تستحق بكل تأكيد أن نفرد لها الفصل التالي.

ساترن – 5:

عندما أصبح الصعود إلى القمر هدفا قوميا للولايات المتحدة، كان أكبر مايؤرق المختصين والعلماء في ناسا هو القاذف القادر على حمل هذه الحمولة الكبيرة من بشر وأجهزة ومعدات إلى هذه المسافة الهائلة والعودة بهم. كان واضحا أن هناك حاجة لقاذف عملاق، ولم يكن هناك مجرد سابقة لمثل هذا الصاروخ، فلم يحاول أحد بناء صاروخ بهذه القوة من قبل، وفي الواقع لم يكن هناك ما يشبهه بعد انتهاء برنامج أبوللو.

وعندما تم بناء هذا القاذف الهائل كان يقف بقامته العملاقة (108 أمتار) فوق سطح الأرض أو بارتفاع مبنى من ستة وثلاثين طابقاً شاهدا

على قدرة الإنسان وعظمته عندما يقبل التحدي بأنبل مافيه من التطلع إلى المعرفة واقتحام المجهول. كان هذا هو الصاروخ ساتيرن-5 أضخم صاروخ بناه الإنسان على الإطلاق.

كان الصاروخ ساترن بأطواره المختلفة من تصميم العالم الأمريكي الألماني الأصل فيرنر فون براون والذي يرجع إليه الفضل أكثر من أي شخص آخر في نجاح برنامج الفضاء الأمريكي وعلى الأخص برنامج أبوللو. وعندما يذكر العلماء الرواد لاختراق الإنسان للفضاء يجب أن يذكر مع وارنر فون براون، وفي الوقت نفسه، العالم السوفييتي الكبير «سيرجي بافلوفيتش كوروليف»، فقد كان هذان العالمان العظيمان على قمة منظومتي الفضاء في كل من القوتين المتنافستين الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي خلال حقبة التنافس الكبير، وفي الواقع كانت ملحمة سباق الفضاء في جزء كبير منها سباقا بين هذين العقلين فون براون وسيرجي كوروليف[2].

ومن اللائق عندئذ أن نذيّل هذا الباب عن أبوللو بسيرة هذا العالم العظيم وارنر فون براون كما ذيلنا الباب الثاني الذي ذكرنا فيه سبوتنيك ورحلة يوري جاجارين بسيرة قرينه سيرجي كوروليف.

كانت عائلة ساترن قد تم تطويرها على أساس الصاروخ العابر للقارات «ردستون» والذي كان فون براون يعمل في تطويره قبل أبوللو. ومر الصاروخ بثلاثة مراحل تطويرية أساسية هي ساترن-1 ثم ساترين-1ب الذي استخدم في إطلاق ابوللو-7 وأخيرا الصاروخ العملاق ساترين-5.

كانت خطة «ناسا» للوصول إلى القمر والتي تعتمد على وضع سفينة «أم» في مدار حول القمر تنطلق منها مركبة قمرية صغيرة للنزول برواد الفضاء على سطح القمر والعودة، تحتاج إلى قوة دفع تصل في مجملها إلى أكثر من ثلاثين ميجانيوتن(*) وهي قوة دفع أكبر بكثير مما كان يمكن لأكبر الصواريخ المتاحة توليده. ولتوليد قوة الدفع الهائلة هذه قام فون براون وفريقه بتجميع عدد من محركات الصواريخ في «حزم» تضم إلى الصاروخ

(*) تقاس قوة دفع الصواريخ بوحدة تسمى «نيوتن»، وهي القوة اللازمة لتحريك كتلة مقدارها 1 كيلوجرام بعجلة أو تسارع مقداره 1 متر/ثانية، ولتقريب قوة الدفع لهذا الصاروخ نذكر أن قوة الدفع لطائرة مقاتلة من طراز F-16 تعادل 110 كيلو نيوتن، وبالتالي فإن المحرك الواحد من محركات ساترن الخمسة يعادل نحو 60 محركا من محركات F-16 تزمجر كلها في وقت واحد.

الأصلي لتزيد من قدرته.

كان الصاروخ ساترن-5 مكوناً من عدة مراحل، وكانت المرحلة الأولى مكونة من خمسة محركات ذات وقود سائل من الكيروسين والأكسجين السائل تعطي كل منهاحوالي 6,7 مليون نيوتن بإجمالي قوة دفع 33 ميجانيوتن. وتستطيع هذه المرحلة رفع الصاروخ الهائل بحمولته إلى ارتفاع 64 كيلومتراً فوق سطح الأرض في 2,4 دقيقة ثم تتفصل لتبدأ المرحلة الثانية.

وتكونت المرحلة الثانية من خمسة محركات من طراز J-2 وهو محرك قوي يستخدم الهيدورجين والأكسجين السائلين. ويسمى هذا النوع بالمحركات فائقة التبريد Cryogenic لأن وقودها يحتاج إلى حفظ في درجات حرارة شديدة الانخفاض (مئات الدرجات تحت الصفر المئوي) فيخزن الأكسجين السائل عند درجة 182 تحت الصفر المئوي فيما يخزن الهيدروجين السائل في درجة-252 درجة مئوية. ورغم صعوبة التعامل مع الهيدروجين السائل الذي يمثل صعوبة بالغة في تخزينه حيث يمكن أن ينفجر بمجرد ملامسته الهواء فإن فون براون كان ميالا لهذه التقنية الحديثة نظرا للكفاءة الكبيرة لهذا النوع من المحركات والتي تسمح بالحصول على قوة دفع كبيرة بالمقارنة بوزن الوقود.

كانت قوة الدفع التي يمكن الحصول عليها من المحرك J-2 تصل إلى 400 ألف نيوتن لكل محرك بإجمالي قوة دفع 1,6 ميجانيوتن كانت كافية للوصول بالمرحلة الثانية إلى سرعة 22400 كم/ساعة وارتفاع 192 كيلومترا بعد ستة دقائق من إشعالها.

أما المرحلة الثالثة فتكونت من محرك واحد من طراز J-2 وهذه المرحلة هي التي تضع الصاروخ في مداره حول الأرض، وفي وقت لاحق يمكن إعادة إشعالها لتسارع بالمركبة الفضائية نحو مدارها القمري.

فيرنر فون براون(1912-1977)

يعتبر العالم الألماني الأصل وارنر فون براون الأب الحقيقي لبرنامج الفضاء الأمريكي. وكانت ذروة نجاحه لحظة الهبوط على القمر، كما يعتبر هو وقرينه السوفييتي سيرجي بافلوفيتش كوروليف القوة الدافعة الحقيقية

وراء غزو الإنسان للفضاء. ولد وارنر فون براون في ألمانيا في 23 مارس 1912 واهتم بالفضاء منذ عام 1930 عندما كان يدرس في الجامعة التكنولوجية وفي تلك الفترة التقى رائد علوم الصواريخ الألماني هرمان أوبرث، وأصبح عضوا بجمعية VFR أو «الارتحال في الفضاء» والتي كانت تجمع الألمان المهتمين بعلوم الفضاء والصواريخ في الثلاثينيات وكانت تجري تجاربها في برلين. ولقد عمل فون براون مساعدا للضابط الألماني «دورنبرجر» الذي سبقه إلى فكرة الصاروخ، حتى فطن هتلر لجهودهما وعندما تيقن من نجاحها رقى الأول إلى رتبة قائد عام ومنح الثاني لقب بروفسير.

كان فون براون مهتماً بتطوير تقنية الصواريخ ذات الوقود السائل، وقدم في ذلك رسالته للدكتوراه في عام1932، وفي 1930 وقع عقدا مع الجيش الألماني لإجراء أبحاث على الصواريخ كسلاح حربي. وتمكن هو وفريقه من تطوير الصاروخ ف-2 الذي أطلق بكثافة على لندن وجنوب إنجلترا قرب نهاية الحرب العالمية الثانية، وفي أوج برنامج الصواريخ الألماني بلغ عدد العاملين مع فون براون ستة آلاف شخص. وفي 2مايو1945 سلم نفسه ومجموعته الأمريكية، وبدأ منذ ذلك الحين العمل في برنامج الصواريخ الأمريكي.

وفي الولايات المتحدة استمر فون براون في تطوير الصواريخ، وكان الصاروخ الذي بدأ به هو الصاروخ «ردستون» والذي كان مبنيا على الصاروخ ف-2 ومقاربا له في المدى والحمولة، وأطلق في 20 أغسطس1953. وفي 1954 قدم فون براون اقتراحا بتصميم قاذف لاستخدامه في غزو الفضاء لكن اقتراحه لم يلق استجابة كافية. ومن 1955حتى1957 عمل في تطوير صاروخ عابر للقارات يعمل بالوقود السائل بحمولة طن تقريبا ومدى حوالي 5000كم وهو الصاروخ جوبيتر.

برز دور فون براون بعد إطلاق السوفييت القمر الصناعي سبوتنيك مفتتحين بذلك عصر الفضاء واتجهت الولايات المتحدة التي فوجئت بهذا التحدي الذي لم تكن مستعدة له إلى مواطنها الألماني الأصل والذي استطاع في غضون شهور قليلة إطلاق القمر الصناعي المستكشف-1 باستخدام الصاروخ جوبيتر بعد إضافة مرحلة رابعة إليه. وتوالت إنجازات فون براون في سباق مع الاتحاد السوفييتي حتى توجت إنجازاته بتصميمه القاذف

العملاق ساترن-5 والذي حمل السفينة أبوللو وركابها إلى القمر.

وبعد انتهاء برنامج أبوللو في1972 عمل فون براون لمدة عامين نائبا لرئيس ناسا للتخطيط، وهو منصب إداري مناسب لقائد برنامج أبوللو الذي لم يسعد به بطبيعة الحال فاستقال في1974 وانتقل للعمل في شركة لتصنيع الأقمار الصناعية حيث كان مهتما باستخدامات الأقمار الصناعية في الاتصال وخاصة في الدول النامية. وفي 31 ديسمبر 1976 تقاعد فون براون نظرا لتدهور صحته، وتوفي في 16يونيو1977.

الاستعداد للصعود إلى القمر:

في 11 يوليو 1962 أعلنت ناسا أن الاختيار قد استقر على البديل الثالث للصعود إلى القمر وهو إرسال السفينة الأم إلى مدار قمري وإنزال المركبة القمرية على سطح القمر. وعلى الفور بدأت موجة من العمل المكثف لوضع كل التفاصيل بعد أن تم اتخاذ القرار الرئيسي. كان هناك العديد من المهام التي تحتاج إلى عناية ودراسة، فكان هناك تصميم السفينة الأم والمركبة القمرية ودراسة الملاحة من الأرض إلى القمر وتخطيط المهام المتتالية من برنامج أبوللو والتي تختبر كل منها نظاما معينا أو تتأكد من صلاحية جهاز ما.

وكان هناك اختيار وتدريب رواد الفضاء. وكم كان ذلك مثيرا. كان نجوم ذلك العصر وأبطاله هم رواد الفضاء وفي سبتمبر1962 كان هناك ستة عشر فضائيا، وأضيف إلى هؤلاء أربعة عشر رائدا في أكتوبر 1963. وكان هؤلاء الفضائيون الثلاثون بالإضافة إلى ستة علماء تم اختيارهم في يونيو 1965 وتسعة عشر طيارا في أبريل 1966 هم المجموعة التي تكون منها الفريق لمختلف مراحل برنامج أبوللو. وكان لابد من إنشاء مركز الفضائيين تدريبا وصحة.

وشملت الترتيبات إنشاء غرفة مفرغة لاختبار الرواد في جو يماثل جو الفضاء المفرغ، وكذلك تعويدهم على هذا الجو. كما شملت مسارع لتمثيل عجلة التسارع التي يتعرض لها الفضائيون عند الإطلاق، وكان أن أنشأت ناسا مركز مركبات الفضاء المأهولة في هيوستون-تكساس.

ولمواجهة المخاوف من احتمال عودة الفضائيين بجراثيم وأمراض غير

معروفة على الأرض أنشأت ناسا «معمل الاستقبال القمري» لاستقبال العينات والرواد العائدين من رحلات فضائية وفحصهم فحصا دقيقا. أما مركز كنيدي للفضاء فقد أسند إليه مهام تجميع واختبار وإطلاق مركبات أبوللو- ساترن للفضاء.

وفي عام 1965 كانت المهام قد تحددت والأشخاص قد اختيروا وأنشئت كل التجهيزات اللازمة، وبدأ العد التنازلي لأعظم مهمة علمية في تاريخ البشرية.

2 برنامج أبوللو المهام والاستعدادات

في عام 1963 بدأت الاستعدادات لإطلاق أبوللو والعمليات التي سوف تقوم بها المركبات لهبوط رائدي فضاء على الوجه القريب من القمر، وكذلك التجارب العلمية التي سوف يجريها هؤلاء الرواد عند نزولهم على القمر. وكان الجزء الأكبر من هذه المهمة هو المتعلق بالوصول إلى القمر، أما ماذا يفعل الرواد عند وصولهم هناك فكان أمراً ذا أهمية ثانوية. وبهذا الشكل تم تقسيم مهمة أبوللو إلى تسع مراحل لكل منها جزئياتها وتفصيلاتها العديدة:

1- الإطلاق.

2- الوصول إلى مدار أرضي مؤقت حيث يتم الدوران حول الأرض واختبار الأجهزة.

3- القذف نحو القمر.

4- الوصول إلى مدار قمري.

5- هبوط المركبة القمرية على القمر.

6- المهام على سطح القمر.

7- صعود المركبة القمرية.

8- الالتحام مع السفينة الأم في المدار القمري.

9- العودة والهبوط في الحيط الهادي.

وفي ترتيب هذه الأولويات كان من الطبيعي أن تأتي المهام التي سوف يتم إجراؤها على سطح القمر في ترتيب متأخر، بل إنه حتى مرحلة متقدمة نسبيا في برنامج أبوللو لم يكن أحد يعرف على وجه التحديد ما الذي سيفعله الرواد على سطح القمر، لأن الهدف الأساسي للرحلة كان في الحقيقة هو مجرد الوصول إلى «هناك».

ورغم الغرابة الظاهرية لهذا الموقف لأول وهلة، فإنه في الحقيقة ليس غريبا تماما، أو على الأقل فإنه ليس بأكثر غرابة من متسلقي الجبال الذين يتجشمون صعابا جمة ويتخذون استعدادات كبيرة للصعود إلى قمم الجبال، فقط لأنها «هناك». على أي الأحوال فإن الاهتمام العلمي البحت ببرنامج أبوللو لم يأت إلا متأخراً، ونحن هنا نميز بين الاهتمام العلمي، وهو هنا المتعلق بالجيولوجيا ونشأة القمر وطبيعة جوه..الخ، والاهتمام التقني الذي كان له بطبيعة الحال المكانة الأولى، فقد غطت المشكلات والتحديات التكنولوجية في برنامج الوصول للقمر على برنامج التجارب العلمية التي يمكن إجراؤها على سطحه.

وأخذ علماء «القمر» من جيولوجيين وعلماء مواد وفيزيائيين وعلماء مناخ وغير ذلك كراسي خلفية بالنسبة للمهندسين والتكنولوجيين. وفي أواخر 1965 بدأت أول اقتراحات لمهام علمية في الظهور، وكان من الطبيعي أن تكون أولى هذه المهام هي إحضار عينات من تربة القمر وصخوره، وهي مهمة حققها السوفييت بمركبات فضاء آلية غير مأهولة. كذلك تقرر كإحدى المهام العلمية، التجول بمركبة قمرية على سطح القمر حول نقطة النزول.

كان على الفضائيين أن يتدربوا على عدد كبير من المهام الشاقة، كان من أهمها قيادة المركبة التي سوف تنزل بهم على سطح القمر، وكانت مهمة دقيقة إذا لم تتم بإحكام فمن الممكن أن تتحطم المركبة على سطح القمر. من ناحية أخرى فهناك العودة بالسفينة الأم إلى الأرض ومخاطر الاحتراق في الغلاف الجوي. كذلك كان عليهم أن يتدربوا على «السير» في الفضاء وعلى مهام في أجواء تماثل جو القمر. وفيما يختص بالجاذبية الضعيفة فقد تم تصنيع جهاز يعطي سدس الجاذبية الأرضية ليتم داخله التدريب على الحركة في جاذبية القمر.

وقبل محاولة إرسال طاقم من رواد الفضاء تم تجربة تسعة عشر إطلاقا بين أكتوبر1961 ويوليو 1966، اختص عشرة منها باختبار القاذف وأربعة لإثبات أن المحركات يمكن أن تعمل معا كمرحلة واحدة واختبار واحد لانفصال المرحلة الثانية وخمسة لإطلاق نماذج لسفينة القيادة.

وفي 27 يناير 1967 كانت هناك مهمة لمحاكاة رحلة إلى مدار أرضي لمدة أربعة عشر يوما بثلاثة رواد، وانتهت التجربة بنهاية مأساوية نتيجة احتراق الكابينة. وكان يمكن أن يوقف مثل هذا الحادث كل التقدم الذي تم في البرنامج الأمريكي، لكن ناسا، بدعم من الإدارة الأمريكية والكونجرس تجاوزت هذا الحدث المأساوي، وبعد إجراء تعديلات في تصميم الكابينة لتلافي وقوع مثل هذه الحوادث استمر العمل في برنامج أبوللو دون تباطؤ.

وفي 9 نوفمبر من العام نفسه أطلقت أبوللو-4 بنجاح، واستطاعت المرحلة الأولى من ساترين-5 أن تولد دفعاً قدره 33 ميجانيوتن، واشتعلت المرحلتان الثانية والثالثة في ترتيبهما الطبيعي لتضعا سفينة الفضاء في مدار حول الأرض، وتم في هذه التجربة اختبار أجهزة السفينة والغطاء الواقي الحراري.

وفي 22 يناير 1968 كانت مركبة القمر جاهزة للاختبار، وكانت مهمة أبوللو-5 مخصصة لهذا الغرض، وكان أهم جزء في الاختبار هو المحرك متغير الدفع المخصص للهبوط اللين على سطح القمر، وتم هذا الاختبار بنجاح.

وفي 4 أبريل 1968 كانت التجربة الكاملة لـ «أبوللو-6» ورغم أنها مرت بعدة مشكلات فإنه في 11 أكتوبر من العام نفسه تم إطلاق أبوللو-7 والتي كانت أولى التجارب للسفينة المحسنة. ونتيجة لنجاح هذه الرحلة تقرر أن يطلق طاقم من رواد الفضاء في رحلة حول القمر. وكانت أبوللو-7 التي أطلقت في 21 ديسمبر1968.

وفي 23 ديسمبر عبرت أبوللو-8 المنطقة التي تكون فيها جاذبية القمر معادلة لجاذبية الأرض، وفي اليوم التالي أطلقت الصواريخ الكابحة التي أمكنها وضع السفينة في مدار 110كم فوق سطح القمر. وبعد عشر دورات حول القمر أطلقت الصواريخ مرة أخرى لتضع السفينة في طريق العودة نحو الأرض.

وكانت هذه هي الرحلة التي تم فيها تصوير القمر عن قرب، وأذيعت

هذه الصور تليفزيونيا، ولأول مرة بدا سطح القمر أجرد صحراويا لا حياة فيه، ولعل بعض المشاركين في برنامج أبوللو فكروا في ذلك الوقت أنه ربما يكون من الأفضل ألا نصل إلى القمر بعد كل ما تم، وربما يكون من الأفضل للقمر ولنا أن تظل صورته شاعرية رومانسية في أذهاننا وألا نفسدها بهذه التجارب التي يبدو أنها خالية تماما من الرومانسية.

ورغم أن هذا يقال بشيء من التفكه، فإن الحقيقة أن حوارا اندلع في أماكن كثيرة ـ خارج ناسا بطبيعة الحال ـ بعد إذاعة صور القمر الأولى تتساءل برومانسية: هل من حقنا أن ندمر الصورة الكلاسيكية البديعة للقمر؟ وبدا على كل حال أن الشعراء والحالمين في العالم على وشك أن يسلموا معقلا آخر من معاقلهم إلى العلماء والمهندسين.

وأيا كان الأمر فلاشك أن هذه الأفكار لم تجد صدى كبيراً داخل ناسا التي كان قلقها الأكبر أن عام1969 قد هل وبدأت ناسا تخشى أن ينتهي عقد الستينيات ولم تحقق الهدف الذي أناطه بها الرئيس كنيدي. كان هناك اختباران حساسان لابد من اجرائهما لتنتهي سلسلة قبل المهمة الحقيقية. وتم هذان الاختباران بنجاح في مارس ومايو1969.

وقد تركزت في الرحلتين أبوللو-9, 10 المهام الضرورية للهبوط على القمر وخاصة اختبار أداء المركبة القمرية وتدريب الرواد على استخدامها وكيفية الصعود بها من القمر والتحامها بالسفينة الأم. كما تدرب الرواد على الملابس التي سيربدونها على القمر، وأغطية الرأس كذلك، والتأكد من سهولة الحركة بها. هذا بالإضافة إلى التقاط الصور من مدارات قريبة لتحديد أنسب الأماكن الصالحة للهبوط المرتقب على القمر. واستقر الأمر على المفاضلة بين خمسة أماكن خالية من التضاريس والفجوات، واستقر الرأي على «بحر الهدوء».

3 أبوللو_١١
الهبوط على القمر

وأخيرا جاء اليوم المشهود... وكان يوم 16يوليو 1969. وعلى مشهد من العالم كله بدأت أحداث يوم لم تملكه الولايات المتحدة فحسب ولكن كان ملكا للبشرية بأسرها.

وسنحاول في الفصل التالي أن نستعرض معاً أحداث تلك الرحلة وتلك الأيام الباهرة منذ أكثر قليلا من خمسة وعشرين عاما عن طريق استعادة شريط الأحداث كما أذاعته ناسا في ذلك الحين[1].

رحلة أبوللو - ١١ - الصعود إلى القمر:

2 يوليو:

إجراء عد تنازلي تجريبي لرحلة أبوللو-١١ في مركز كنيدي للفضاء.

5 يوليو:

الرواد الثلاثة يعقدون مؤتمرا صحفيا في مركز مارشال للفضاء، ولكنهم يجلسون على بعد خمسين قدما من الصحفيين لتفادي احتمال إصابتهم بأي ميكروبات قد تعطل الرحلة.

١٥ يوليو:

بدأ العد التنازلي لأبوللو-١١ قبل 93 دقيقة من لحظة الإطلاق.

١6- يوليو:

في الساعة 9:32 صباحاً بتوقيت شرق الولايات المتحدة، جاء اليوم المشهود.. وعلى مشهد من العالم والتي تابع الإطلاق بوساطة التليفزيون في سبع قارات وثلاث وثلاثين دولة ومن المقدر أن عدد المشاهدين في الولايات المتحدة يبلغ خمسة وعشرين مليونا. وطبقا للخطة فإن المرحلة الثالثة S-IV-B التي تحمل سفينة الفضاء تدور في مدار انتظار أرضي على ارتفاع 5, ١١8 ميل من سطح الأرض.

وبعد فحص الكمبيوتر جميع الأجهزة، يتم إشعال محرك المرحلة الثالثة للمرة الثانية للانتقال نحو مدار قمري. سفينة القيادة تنفصل من المرحلة الثالثة بوساطة محركات صغيرة وتستدير لتلتحم بالمركبة القمرية الموجودة داخل المرحلة S-IV-B ثم تنفصل سفينة القيادة الملتحمة بالمركبة القمرية عن المرحلة الثالثة.

١7 يوليو:

كان انتقال سفينة الفضاء أبوللو اليوم إلى مدار نحو القمر دقيقا بحيث إن تصحيح المسار لم يكن ضروريا، وقد قام الطاقم بإرسال تليفزيوني من السفينة اشتمل على صور للأرض من ارتفاع ١28 ألف ميل.

١9 يوليو:

في الساعة ١:28 م، أبوللو تمر بجوار القمر وتتجاوزه ثم تستخدم الصاروخ الرئيسي لإعادتها إلى المدار القمري.

20 يوليو:

آرمسترونج وآلدرين يزحفان إلى داخل المركبة القمرية، ويختبران أجهزتها ويمدان أرجل الهبوط. في الساعة 46:١م المركبة القمرية (النسر) تنفصل عن كولومبيا (سفينة القيادة الأم) فيما تستمر كولومبيا بقيادة كولينز في الدوران حول القمر.

20 يوليو - ١8:4م:

المركبة القمرية تهبط على سطح القمر في المنطقة المسماة «بحر الحدود». آرمسترونج يبلغ الأرض: «هيوستون: هنا قاعدة بحر الحدود..

لقد هبط النسر..».

20 يوليو – 10:56م:

آرمسترونج يأخذ الخطوة الأولى للجنس البشري على سطح القمر بينما يظل آلدرين داخل المركبة ويسجل الحدث، وعلى الأرض يشاهد 600 مليون شخص الإرسال التلفزيوني المباشر ويسمعون كلمات آرمسترونج وهو يصف الحدث الكبير:

«**إنها خطوة صغيرة لإنسان، [ولكنها] خطوة عملاقة للجنس البشري**».

20 يوليو – 11:15م:

آلدرين ينزل إلى سطح القمر بينما يصوره آرمسترونج. يزيح الاثنان الستار عن لوحة مثبتة على عمود خلف المركبة القمرية ويقرآن ماعليها: «هنا وضع رجال من كوكب الأرض أقدامهم على القمر - يوليو1969 ب.م - لقد جئنا في سلام لكل الجنس البشري» وقد قام الرائد بغرس العلم الأميركي وهو داخل إطار خشبي حتى لا يتهدد لانعدام الهواء.. وأجرى الرئيس الأميركي نيكسون حوارا حياهما فيه وأثنى على مجهودهما.

آرمسترونج يصور سطح القمر بينما يختبر آلدرين حركة الإنسان على القمر فيمشي ويعدو ويقفز. ينصب الرجلان أجهزة القياس والتجارب والتي تشمل قياس الزلازل القمرية و«عاكس ليزريا» وجهازا لقياس الرياح الشمسية، ثم يجمعان عينات قمرية في صناديق خاصة.

21 يوليو – 1:54م:

الفضائيان يرتفعان عن سطح القمر في الجزء العلوي من المركبة القمرية بعد 21 ساعة و 36 دقيقة على سطح القمر. يلحقان بكولينز وينتقلان بعيناتهما إلى السفينة الأم. بقية المركبة القمرية التي صعدا فيها تنفصل وتدور في مدار حول القمر.

24 يوليو – 12:46م:

سفينة القيادة تدخل جو الأرض، ويتم أول اتصال بينها وبين حاملة الطائرات «هورنت» المنتظرة في البحر لانتشال المركبة.

- «أبوللو -١١.. أبوللو-١١ هنا: «هورنت». حوّل.

- «هورنت» هنا أبوللو-١١ نحن نسمعكم بوضوح.

وبعد أربع دقائق ترتطم مركبة القيادة بمياه المحيط الهادىء ليخرج

منها رواد القمر بعد مهمة استغرقت 195ساعة في الفضاء، وتكلفت نحو عشرين بليون دولار (بحساب الستينيات)[2] وشغلت جيلا كاملا من العلماء والفنيين الذين بذلوا جهداً فائقا على الأرض طوال تسع سنوات رائعة.

4 ما بعد النزول على القمر

هل حاول السوفييت إنزال إنسان على القمر؟

لم يعرف الكثير حتى وقت قريب عن برنامج السوفييت للوصول بمركبة مأهولة إلى القمر وإنزال إنسان عليه، وحتى عما إذا كان هناك مثل هذا البرنامج أصلا.

وحتى سنوات قليلة ماضية ظل السوفييت يعلنون رسميا أن الولايات المتحدة كانت وحدها في سباق القمر وأن السوفييت لم ينووا أصلا الوصول إلى القمر برواد ضفاء وبالتالي لا يمكن ادعاء أنهم فشلوا فيما لم يحاولوه.

وكان وجود برنامج سوفييتي للقمر محل تكهنات عديدة من المراقبين لأنشطة الفضاء، لكن سياسة المكاشفة أو المصارحة «Glasnost»[1] وانهيار الاتحاد السوفييتي غيرا هذا الوضع وأديا إلى ظهور عدد من المقالات بأقلام المساهمين الرئيسيين في هذا البرنامج كشفت عن وجود برنامج سوفييتي للوصول إلى القمر.

وكشفت هذه الوثائق عن أن البرنامج تعرض منذ البداية لصراعات كبيرة داخل المؤسسات الصناعية والعسكرية السوفييتية المسؤولة عن برنامج الفضاء أدت إلى القطاع التعاون بين هذه

المؤسسات وعدم إتاحة الإمكانات الكاملة وحتى إضاعة الجهد في إعادة تطوير بعض عناصر القاذفات الفضائية.

وعمد السوفييت أن يكون موعد هبوط السفينة لونا-15 على القمر مترامنا مع وقت هبوط الرواد الأمريكيين على سطحه في 20 يوليو. وكانت السفينة قد أطلقت قبل 70 ساعة من بدء رحلة أبوللو-11 دون إعلان عن مهمتها. وقد تطرق الظن إلى أن هدفها تحويل الأنظار، ولكن بعد فشل مهمتها، علم أنه كان مخططا أن تقوم (لونا-15) بأحضار عينات من تربة القمر إلى الأرض. وكأنهم كانوا يريدون أن يقولو للعالم إننا نستطيع أن نحقق ما حققه الأمريكيون، ولكن بوسائل أبسط ودون مخاطر.

ثم كانت الضربة الشديدة بالوفاة المبكرة وغير المتوقعة للشخصية الرئيسية في برنامج الفضاء السوفييتي كله وهو العالم الروسي سيرجي كورولييف في 1966 والذي كان شخصية محاطة بتعتيم كامل، وكان يشار إليه فقط باسم «المصمم الرئيسي»، ولم يكن معروفا خارج دائرة ضيقة جدا على قمة الاتحاد السوفييتي، ولم تعرف شخصيته الحقيقية إلا بعد موته.

وأهمية هذا الموضوع ترجع إلى دراسة الأسباب التي تؤدي إلى نجاح أو فشل المشروعات الكبيرة مثل السفر إلى القمر والتي تحتاج إلى حشد شامل لكل موارد الدولة وإمكاناتها، وإلى دعم القيادات والمؤسسات المتصلة بالمشروع، وإلى اتخاذ القرارات الفنية بشكل منهجي موضوعي وإبعادها عن الصراعات الشخصية والمؤسسية ومناطق تنازع النفوذ وهو مارأيناه من قبل في صراع الأسلحة المختلفة داخل الجيش الأمريكي على برامج الصواريخ في بداية برنامج الفضاء الأمريكي والذي أدى في النهاية إلى إنشاء وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» وإسناد كل أنشطة الفضاء إليها.

والغرض في النهاية-بالنسبة إلينا - يبقى تحليل واستخراج الدروس المستخلصة بغرض الاستفادة منها فيما لو قدر لأمتنا العربية أو لإحدى دولها أن تدخل في برامج من هذا النوع أو تقوم بمبادرات في هذا المجال.

وهناك تنبيه بشأن مصادر الكتابة عن الفضاء تقتضيه هنا النظرة الموضوعية، وهو أن توافر المصادر الأمريكية عن سباق الفضاء وندرة المصادر السوفييتية قد يؤديان إلى صبغ التحاليل والتقارير التي تكتب عن هذا

السباق بصبغة أميل إلى الجانب الذي تتوفر منه معلومات أكبر. وهناك بعض الضمانات التي توازن هذا الاحتمال وهي:

- أن الحقائق والأرقام الموثقة التي توردها التقارير تظل بعيدة عن هذا الميل، فلا شك مثلا أن الأمريكيين قد هبطوا على القمر وأن السوفييت لم يفعلوا ذلك، كما أن معلومات كأحجام وقدرات الصواريخ الأمريكية والسوفييتية هي معلومات يمكن للمختصين مقارنتها وفحص أي مزاعم بشأنها.

- أتاحت سياسة المكاشفة السوفييتية، كما ذكرنا، معلومات أدت إلى تثبيت أو نفي الفروض السابقة التي كانت من قبل مجالا للتكهنات والتخمين.

- هناك عدد من المساهمين الرئيسيين في برنامج الفضاء السوفييتي في الستينيات، وأكثرهم شهرة ب.ف. ميشين[2]، الذي رأس برامج رحلات الفضاء المأهولة ما بين عامي1966 و1974، قد سمح لهم مؤخراً بتسجيل ذكرياتهم عن تلك الفترة وإتاحتها للاطلاع.

- التقارير الأمريكية بشأن الفضاء رفع الحظر عن معظمها بعد مرور خمسة وعشرين عاماً عليها، وأصبح من الممكن للمراقبين التأكد من المعلومات التي كانت لديهم عن البرامج المختلفة.

- التقارير والتحاليل الصادرة عن معاهد غير أمريكية (فرنسية وبريطانية وعن الأمم المتحدة) هي بطبيعة الحال أكثر ميلا إلى الحيدة، وهناك عدد من المصادر التي اعتمدنا عليها هنا والتي تنتمي لهذه الفئة.

بهذه التحفظات التي تضمن لنا قدراً معقولاً من الموضوعية نقترب من البرنامج السوفييتي للوصول إلى القمر والذي تتجمع من التحليلات والتقارير المتاحة عنه ملامح القصة المثيرة التالية[3].

عندما أعلنت الولايات المتحدة عن برنامجها للوصول إلى القمر وإنزال إنسان على سطحه كان كورلييف مهندس الفضاء السوفييتي الأول رئيسا لأحد مكاتب التصميم، وهي المقابل السوفييتي لشركات الفضاء والطيران الغربية، وكان قد صمم الصاروخ الروسي الناجح الذي استخدم في جميع رحلات الفضاء التي حملت برامج سبوتنيك وفوستوك وفوسخود. وكان من سوء حظ المشروع الفضائي السوفييتي أن كورلييف تورط في نزاع شخصي وفني مع أحد كبار المصممين لمحركات الصواريخ السوفييتية وهو ف.ب.

كلوشكو (يرجع الخلاف بين الرجلين إلى الثلاثينيات عندما ساعدت شهادة كلوشكو على إرسال كورلييف إلى معسكر للعمل القسري). وقد بلغ الخلاف بين الرجلين حدا جعل كلوشكو يرفض التعاون مع كورلييف في صنع صاروخ جديد يستخدم لمهمة غزو القمر.

وبدلا من ذلك عقد كلوشكو حلفا بين مختبره (مختبر ديناميكا الغازات) ومكتب تصميم آخر يرأسه مهندس آخر ذو حظوة سياسية هو «ف.ن. كيلومي» ليصمما معاً صاروخاً يحمل المركبة القمرية. ونتيجة لاعتبارات سياسية حصل كيلومي على تأييد خروشوف لبرنامجه لإرسال مركبة لتدور حول القمر. وفي أغسطس من عام 1964 تلقى مكتب كيلومي موافقة الكرملين على صنع كل من سفينة الفضاء وصاروخ UR-500 (عرف فيما بعد باسم بروتون وتسوقه روسيا حاليا لحمل أقمار صناعية تجارية) لإرسال رواد فضاء في بعثة للدوران حول القمر يتفق موعدها مع الذكري الخمسينية للثورة البلشفية في أكتوبر1967.

لكن إزاحة خروشوف عن السلطة في 1964 أفقدت كيلومي التأييد السياسي الذي كان يعتمد عليه في برنامجه. واكتشفت القيادة السياسية التي تلت خروشوف محدودية تقدم المؤسسة التي كانت تتلقى نصيب الأسد من الموارد المخصصة للمهمة القمرية، ونتج عن ذلك إلغاء التعاقد مع كيلومي وإيقاف برنامج الدوران حول القمر الذي كان ينفذه.

وفي تلك الأثناء كان العبقري كورلييف يطور صاروخاً للصعود إلى القمر سمي N-1، وقد ظل وجود هذا الصاروخ العملاق محل تكهنات من الغرب مدة طويلة حتى كشف عن قصته الغريبة في 1989. ولكن نظرا لعدم إمكان الاستفادة من خبرة معمل كلوشكو لديناميكا الغازات في تصميم محركات ذلك الصاروخ العملاق، كان على كورلييف اللجوء إلى معمل آخر لم يكن يملك خبرة كافية في محركات الدفع الفضائي.

وبعد سقوط خروشوف طلبت الحكومة السوفييتية من كورولييف أن يصمم بعثة للدوران حول القمر شبيهة بمشروع كيلومي الملغى. وفي شهر سبتمبر من عام 1965 تقدم كورلييف وكيلومي بخطة يمكنها أن تستخدم صاروخ كيلومي UR-500 مع مرحلة أعلى طورها كورلييف للصاروخ N-1 ونسخة للمركبة الجديدة سويوز التي صممها كورلييف لتحمل رائدين (لاتزال

هذه المركبة تعمل ـ في صورة معدلة ـ حتى منتصف التسعينيات، وسوف تستعمل لحمل رواد الفضاء إلى محطة الفضاء الدولية) وكان هدف الخطة أن يسبق الاتحاد السوفييتي الولايات المتحدة بالوصول إلى القمر في عام1968. وبينما كان المشروع السوفييتي يكتسب قوة الدفع اللازمة حدثت الكارثة، إذ توفي سيرجي كورلييف فجأة إثر جراحة روتينية بسيطة.

مر برنامج الوصول للقمر بعد كورلييف بصعوبات عديدة، فقد فشلت الرحلة الأولى لمركبة الفضاء سويوز في 1967 وقتل رائد الفضاء على متنها، إلا أن شهر سبتمبر من عام1968 شهد نجاحا لبعثة زوند-5 والتي حملت كائنات حية من ضمنها عدة سلاحف إلى مسار حول القمر وعادت بها سالمة. وبذلك بدا أن رحلة سوفييتية إلى القمر أصبحت وشيكة.

وفي ذلك الحين كانت الولايات المتحدة تقترب من هدفها للنزول بإنسان على القمر إلا أنها كانت تعاني من القلق لاحتمال سبق الاتحاد السوفييتي لها بتحقيق هذا الهدف، ولذلك ضغطت الولايات المتحدة برنامج أبوللو عدة شهور وضافت مهمة جديدة هي أبوللو-8 برائدي فضاء حول القمر.

البرنامج السوفييتي لاستكشاف القمر بعد1969

لاشك أن تحقيق الولايات المتحدة هدف وصول إنسان إلى القمر والعودة كان نصرا إستراتيجيا وإعلاميا لا يبارى في هذه الحرب التكنولوجية والعلمية بين القوتين. ورغم أن البرنامج السوفييتي في الفضاء استمر بعد ذلك، وحقق إنجازات علمية وتقنية كبيرة، فإنه بعد أبوللو-11 تغيرت أوضاع سباق الفضاء وتراجع الاتحاد إلى المكان الثاني لأول مرة منذ بدء صراع الفضاء الذي افتتحه هو نفسه منذ اثني عشر عاما بإطلاق سبوتنيك-1. وبعد أبوللو-11 ألغى الاتحاد السوفييتي برنامجه للدوران حول القمر بعد أن أصبح واضحا أن أبوللو سبقته بكثير.

أما برنامج الهبوط على القمر باستخدام الصاروخ N-1 فقد لقي مصيرا مؤسفا حيث فشلت المحاولة الأولى لإطلاق الصاروخ في فبراير من عام1969 بعد دقيقة من الطيران، أما المحاولة الثانية التي جرت في 3 يوليو1969 قبل 13يوما فقط من انطلاق أبوللو-11 إلى القمر فقد انتهت بانفجار على المنصة دمر معظم مرافق الإطلاق الأرضية وأخر برنامج الهبوط السوفييتي

مدة عامين. وجرت بعد ذلك محاولتان في يوليو1971 وفي نوفمبر من العام نفسه وباءتا بالفشل أيضا.

وفي الوقت ذاته كان الرواد الأمريكيون يحققون وجودا أمريكيا في رحلات متتالية إلى القمر، وفي ديسمبر1972 غادرت البعثة الأمريكية السادسة والأخيرة سطح القمر، وأصبح واضحا أن البرنامج الأمريكي قد حقق أهدافه، وبذلك أسدل الستار على سباق الهبوط على القمر.

واستمر البرنامج السوفييتي لاستكشاف القمر حتى عام 1976 معتمدا على المركبات غير المأهولة، واستطاع بهذه المركبات المتقدمة أن يحقق أساسا النتائج العملية نفسها التي حققها برنامج أبوللو، وإن لم يستطع بطبيعة الحال أن يحقق نفس النتائج الإعلامية والدعائية ذاتها.

اعتمد البرنامج السوفييتي لاستكشاف القمر كما ذكرنا، على إرسال المسبر الفضائي لونا في رحلات متعددة في مدار حول القمر لتصوير سطحه وقياس الخصائص الكيميائية والفيزيائية له. وفي مرحلة تالية تم إرسال المركبة المتحركة «لونخود» لتهبط على سطح القمر وتتحرك مسافات كبيرة على سطحه وتجمع عينات من أعماق مختلفة على السطح.

الإنجاز العلمي لأبوللو

لايمكن أن نترك الحديث عن مهمة أبوللو دون أن نقدم محاولة لتقييم الإنجاز العلمي المحض لهذه الرحلة التاريخية بعيدا عن تيارات الحرب الباردة واعتباراتها. والحقيقة أن إنجازات رحلة أبوللو تنقسم إلى قسمين: قسم يتعلق بتطوير تقنيات الفضاء لتحقيق هذه المهمة الطموح، وهذه يمكن ضمها إلى إنجازات عصر الفضاء ككل ولا تختص بأي منها رحلة أبوللو ذاتها، وإن كانت هي الإنجاز البارز وسط كل هذه الإنجازات. والقسم الآخر يتعلق بالنتائج المباشرة للصعود إلى القمر والعودة منه بصخور قمرية يمكن فحصها لتكشف عن أسرار هذا التابع الوحيد لكوكب الأرض. ونتائج القسم الثاني في معظمها نتائج جيولوجية. وبذلك تقدم هؤلاء العلماء الذين احتلوا الصفوف الأخيرة خلال مراحل تخطيط وتنفيذ الرحلة والتغلب على صعابها إلى المقاعد الأولى ليحاولوا الآن تحليل المعلومات التي عاد بها الرواد.

لقد عاد رواد الفضاء من رحلات أبوللو المتتالية بين 1969 و1972 بحوالي

382 كيلوجراما من الصخور انتزعت من ستة مواقع (وقد استخدمت مسارات ذات تصميم خاص وإطارات تنطوي لكي ينتقل بها الرواد عشرات الكيلومترات بعيدا عن مواقع الهبوط في رحلات أبوللو الأخيرة)، وعدد كبير من الأسئلة التي يتعين البحث عن إجابات لها، الآن وبعد أن أصبحت الوسائل متاحة للإنسان لأول مرة، أسئلة تتعلق بعمر القمر والأرض وكيفية نشأتهما وتطورهما عبر العصور الجيولوجية(4).

كان أول الأسئلة يتعلق بعمر القمر. وقد أظهرت عملية التأريخ بالنظائر المشعة أن القمر من نفس عمر الأرض، أربعة بلايين ونصف البليون عام.

وكان السؤال التالي عن نشأة القمر. كانت هناك ثلاث نظريات سادة. كانت النظرية الأولى تقول إن القمر جسم سماوي نشأ في مكان آخر من المجموعة الشمسية والتقطته الأرض في مجال جاذبيتها عندما اقترب منها. لم تكن هذه النظرية تحظى بقبول كبير بين العلماء إذ إن احتمال أن يستقر جسم سماوي في مدار حول جسم آخر نتيجة هذا الاقتراب العشوائي ضئيل إلى حد الانعدام. لكن رحلة أبوللو وضعت هذه النظرية في مرقدها الأخير، إذ ثبت أن صخور الأرض والقمر بهما كميات متماثلة من نظائر الأكسجين مما يؤكد أن مصدرها واحد، وبالتالي لم يأت القمر من مكان آخر. وكانت النظرية الثانية تقول إن الأرض انفصلت عنها كتلة القمر بفعل جاذبية نجم اقترب منها. ،ورجح أصحاب هذه النظرية أن هذا الانفصال تخلف عنه وجود المحيط الهادىء الذي يعادل قطر شقه الرأسي قطر القمر قد أطلقت هذه الكتلة القمرية في المراحل الأولى من تكوينها. لكن هذه النظرية عانت من صعوبات تتعلق بمعدلات دوران الأرض الكافية لانفصال مثل هذه الكتلة، وكيف أن دوران الأرض والقمر الآن لا يسمح بمثل هذه الفرضية. ومع ذلك ظلت النظرية تنتظر من ينفيها أو يثبتها، وقطعت أبوللو الشك باليقين. فقد ظهر أن الأرض والقمر مختلفان بما يكفي لأن تتراجع هذه الفرضية إلى حيز الاحتمال الضعيف.

وكانت النظرية الثالثة هي نظرية التكوين المتزامن للأرض والقمر من سديم سابح من الغازات والغبار الكوني. ومع أن هذه النظرية لاقت قبولا معقولا إلا أنها لم تستطع أن تفسر بعض الظواهر المتعلقة بتكوين الأرض والقمر.

وكان من نتائج رحلة أبوللو أن ظهرت نظرية رابعة تقول إن القمر نشأ من اصطدام جسم سماوي ضخم بالأرض في زمن سحيق. وكان ظهور هذه النظرية واكتسابها أنصارا جدداً مدعاة لاستخدامها لشرح ظاهرة أخرى على الأرض، وهي اختفاء الديناصورات والتي فسرت بأنها قد تكون نتيجة ارتطام بجسم سماوي ضخم والتغيرات الكارثية التي يحدثها مثل هذا الإرتطام في مناخ الأرض وجوها . ورغم أن هذه وتلك لا تزال كلها نظريات بدرجات متفاوتة من المصداقية فإن العينات الصخرية العائدة من القمر أعطت المؤيدين والمعارضين لكل نظرية كثيرا من الزاد لمناقشاتهم.

ولم تقتصر أبحاث العلماء على عمر ونشأة القمر بل شملت كثيرا من البحوث حول تطوره والعصور التي مر بها ومدى مشابهتها لعصور الأرض، كما شملت تفسيرا للفتحات البركانية المنتشرة على سطحه.

ولا شك في أن القارىء قد أصيب بدهشة وربما بنوع من خيبة الأمل أن تكون هذه النتائج المتواضعة هي حصيلة الرحلة الهائلة إلى القمر والتي حشدت لها أكبر دولة أعظم إمكاناتها . ولكننا نذكر القارىء بأن هذه النتائج المباشرة للرحلة، وفي هذه الحال بالذات، تفوق النتائج غير المباشرة بعشرات المرات.

لقد كان هدف رحلة أبوللو تطوير التقنيات اللازمة لصعود إنسان إلى القمر والعودة منه، وقد تم هذا بنجاح كامل وحصلت منه الولايات المتحدة والإنسانية على عوائد كبيرة غير مباشرة في تقنيات استخدمت فيما بعد لصالح الإنسان. أما الحصول على صخور من سطح القمر ووضع أجهزة لقياس ذبذبات سطحه وتكوينه ودرجة حرارته فهي أهداف يمكن تحقيقها حتى دون إنزال إنسان على سطح القمر.

وكان هذا هو مافعله السوفييت الذين ظلوا حتى إذاعة أسرار غزو الفضاء في إطار سياسة المصارحة، يزعمون أنهم من البداية لم يروا جدوى من إرسال إنسان إلى القمر ليعود بعينات تستطيع الآلة - وهي في هذه الحال المركبة القمرية لوناخود - العودة بأكثر منها.

ويبقى السؤال إذن: هل كان السباق إلى القمر يستحق كل هذا الجهد؟ إن الإجابة عن هذا السؤال لا يمكن حصرها في الحصيلة العلمية فحسب. لقد كان السباق إلى القمر مشروعا من مشاريع الحرب الباردة، وفي هذا

الإطار لاشك في أنه أثر أكثر من أي عامل آخر في حسم نتائج هذا الصراع لطرف دون الطرف الآخر. وبعد انتهاء هذه الحرب لا يجد أي من الأطراف الآن حافزا للدخول في سباق بهذا الحجم، ولا تجد الأطراف جميعها بما فيها الأطراف الدولية الأخرى، مناصا من التعاون في مجال الفضاء على نحو مايتبدي في مشروع محطة الفضاء الدولية الجديدة.

هوامش ومراجع

(الباب الثالث)

الفصل الأول

(1) مجلة العلوم: ترجمة لمجلة Scientific American، تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ـ هل كان السباق إلى القمر حقيقيا؟ المجلد 11، العدد3، مارس1995.

(2) توفي سيرجي كوروليف في 1966 إثر جراحة بسيطة، قبل أن يتم إنجازاته العظيمة واعتبر موته أحد الأسباب الرئيسية لتعثر برنامج الفضاء السوفييتي وفشل السوفييت في الوصول إلى القمر برواد فضاء رغم تفوقهم في كل المراحل السابقة، بينما توفي فون براون في 1977 وشهد بطبيعة الحال تحقق حلمه الكبير في الوصول إلى القمر.

الفصل الثالث

(1) Spectrum magazine, a publication of The Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE, July 1994.

(2) تاريخ رحلة أبوللو لاستكشاف القمر: تقريبا ناسا NASA SP 4214 ـ أنظر أيضا مجلة Spectrum: المرجع السابق ـ كان أكبر جزء في هذه التكلفة هو تكلفة القاذف ساترن التي بلغت 8377مليون دولار وتليها تكلفة المركبتين: مركبة القيادة ومركبة الهبوط وبلغت 6309ملايين دولار، وبلغت تكلفة البحث العلمي والخدمات الأرضية والتحكم والتوجيه 4720 مليوناً.

الفصل الرابع

(1) سياسة المكاشفة Glasnost وإعادة البناء Prestroika هما جناحا سياسة الانفتاح التي قادها ميخائيل جورباتشوف في الاتحاد السوفييتي، ورغم النجاح المبدئي لسياسات جورباتشوف فإن التداعيات غير المحسوبة لهذه السياسات وما أطلقت من قوى وصراعات أدت إلى إعلان انهيار الاتحاد السوفييتي في 31ديسمبر1991.

(2) Pourquoi Nous Ne somme pas Alles sur la lune, V.P. Michine (with M. Pouliquen). Cepaduues Editions, Toulose, 1993.

(3) مرجع سابق رقم(1).

(4) The Scientific Legacy of Apllo, G.J. Taylor, Scientific American, July 1994.

الباب الرابع
استكشاف الفضاء
المسابر الفضائية
واستكشاف أعماق النظام الشمسي

1 الأرض والنظام الشمسي

تعلق حلم الإنسان في اقتحام الفضاء منذ الأزل باستكشاف المجموعة الشمسية، وكان من الطبيعي عندما امتلك القدرة على الخروج إلى الفضاء، أن يبدأ سياحته الكبرى في كون الله العظيم باستكشاف شقيقات كوكبه الأرض.

وتتكون المجموعة الشمسية من تسعة كواكب تدور كلها حول الشمس، ذلك النجم متوسط الحجم الواقع على حافة مجرة درب التبانة، وهذه الكواكب هي عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشترى وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو. وأقرب هذه الكواكب إلى الشمس هو عطارد Mercury وأبعدها هو الكوكب بلوتو Pluto، وهو أصغرها أيضا، ويماثله في الحجم المريخ. وأكبر كواكب المجموعة الشمسية هو المشترى Jupiter ويبلغ نصف قطره أحد عشر مرة نصف قطر الأرض.

ولكي نستطيع تصور أحجام كواكب المجموعة الشمسية، وأبعاد أفلاكها وسرعة دورانها فإننا نستعير التصور التمثيلي التالي[1].

إذا مثلنا الشمس بكرة نصف قطرها 50 سنتيمترا، فإن كوكب عطارد سيكون كحبة من خردل تبعد عن الشمس نحو 50 مترا، وتكون الزهرة Venus

والأرض كمثل حبتين من الحمص على بعد 85 و130 مترا. ويمثل المريخ Mars بكرة كجم رأس الدبوس على بعد 196 مترا.

أما المشترى فسيكون كرة في حجم البرتقالة تبعد نحو ثلاثة أرباع الكيلومتر، وسيكون زحل Satum في حجم برتقالة صغيرة على بعد كيلومتر وربع الكيلو متر تقريبا، أما أورانوس Uranus ونبتون Neptune فسيكونان في حجم ثمرتي مشمش إحداهما على بعد كيلو مترين ونصف الكيلومتر والثانية على بعد أربعة كيلو مترات تقريبا.

وفي النهاية يكون بلوتو، أبعد الكواكب، على هيئة حمصة صغيرة تبعد أكثر قليلا من خمسة كيلومترات عن الكرة التي تمثل الشمس. وهناك أجسام سماوية تدور في مدار يقع بين المريخ والمشترى ويعتقد أنها بقايا كوكب منفجر وتسمى الكويكبات.

ولاكتشاف الكويكبات قصة غريبة[2]، فقد أظهرت الحسابات الفلكية وجود هذه الكويكبات قبل أن يتم رصدها بالفعل، إذ اكتشف أحد علماء الفلك في عام 1772 قانونا عجيبا يصور العلاقة النسبية لأبعاد الكواكب بالنسبة للشمس في هيئة تسلسل عددي منتظم، وهذا القانون يقضي بأنه إذا اعتبرنا بعد كوكب عطارد عن الشمس كأساس لمتوالية عددية ممثلا بالرقم 4 فإن الكوكب التالي له وهو الزهرة يبعد 4 + 3= 7 وتبعد الأرض 4+6= 10 ويبعد المريخ 4+12= 16 وهكذا.

وتمثل هذه السلسلة للمجموعة الشمسية كالآتي:

عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	الكويكبات	المشتري	زحل	أورانوس	نبيتون
4	7	10	16	28	52	100	196	388

وإذا قارن القارى* الأبعاد الحقيقية لهذه الكواكب عن الشمس يجد أنها تطابق هذه النسب، فالأرض التي يقابلها الرقم 10 تبعد 150 مليون كيلومتر (15x10)، وعطارد الذي يقابله الرقم 4 يبعد نحو 60 مليون كيلو متر (15x4)، والزهرة ويقابلها الرقم 7 تبعد نحو 105 ملايين كيلومتر (15x7)، أما المريخ فإن الرقم الخاص به من المتسلسلة هو 16 ويعطي بعدا قدره 240 مليون كيلومتر وهو قريب جدا من البعد الحقيقي وهو 228 مليون كيلومتر.

وطبقا لهذا التسلسل فإن الكوكب التالي للمريخ يبعد 4+24=28 وحدة،

ولما لم يكن هناك كوكب يحتل المكان الممثل في هذه السلسلة بالرقم 28 فقد افترض العلماء وجود كوكب غير معروف بين المريخ والمشترى لم يتم اكتشافه بعد، وخاصة أن المتوالية مضت بقدر مذهل من الدقة لبقية المجموعة الشمسية.

وأثبتت الأرصاد الفلكية صحة هذه المتوالية الغريبة، ففي مطلع القرن التاسع عشر تم اكتشاف جسم سماوي صغير في ذلك الموقع وظنوه الكوكب المفقود.

ثم توالت الاكتشافات لأجسام سماوية صغيرة في المدار نفسه تتراوح أقطارها بين عشرة كيلومترات وعدة مئات من الكيلومترات، وقد بلغ ما اكتشف منها حتى الآن بضعة آلاف وتسمى بـ «الكويكبات». ويعتقد العلماء الآن بأن مجموعة الكويكبات هذه هي بقايا كوكب قديم مندثر كان يدور في هذا المدار ثم انفجر مخلفا هذه المجموعة من الكويكبات.

ويمثل الجدول التالي أبعاد وأفلاك وبعض الخصائص الفيزيائية لكواكب المجموعة الشمسية منسوبة إلى الخصائص نفسها بالنسبة لكوكب الأرض[3].

جدول 4-1 : كواكب المجموعة الشمسية وخصائصها

الكوكب	كتلته بالنسبة للأرض	نصف القطر	متوسط البعد عن الشمس (مليون كيلومتر)	قطر الفلك بالنسبة لقطر فلك الأرض	سنته بالنسبة لسنة الأرض	مدة الدوران حول المحور (يوما أرضيا)
1- عطارد	0.04	0.63	58	0.4	0.25	88
2- الزهرة	0.9	0.9	108	0.72	0.62	225
3- الأرض	1	1	150	1	1	1
4- المريخ	0.1	0.5	228	1.5	1.8	1.1
5- الكويكبات	..	..	..	..	..	..
6- المشتري	317	11	778	5.2	12	0.4
7- زحل	95	9	1430	9.5	29.5	0.4
8- أورانوس	14.5	4	2870	19	84	0.45
9- نبتون	17	4	4500	30	165	0.7
10- بلوتو	(؟)	0.5	5900	39.5	248	(؟)

غزو الفضاء واستكشاف المجموعة الشمسية

كان من أهم نتائج غزو الفضاء أن استطاع العلماء في السنوات الأخيرة إرسال مسابر كونية ذاتية الحركة (ذات تحكم آلي) إلى عدد من كواكب المجموعة الشمسية لجمع معلومات تمكن من معرفة طبيعة هذه الكواكب وبالتالي الإجابة عن بعض الأسئلة التي شغلت الإنسان منذ بدء الخليقة.

وبعض هذه الأسئلة يتعلق بأصل المجموعة الشمسية وبعضها يتعلق بوجود حياة في أماكن أخرى من الكون، وربما تطرح بعض الإجابات التي يحصل عليها العلماء في مثل هذه التجارب أسئلة أكبر من تلك التي بدأت بها، ففي موضوع وجود حياة على كواكب أخرى على الأقل جاءت إجابات تجريبية واضحة إذ لم يثبت حتى الآن أي دليل على وجود أي نوع من الحياة في المجموعة الشمسية خارج كوكب الأرض.

2 المريخ وقنواته والكائنات العاقلة

كان أكثر الكواكب إثارة بالنسبة للإنسان دائما هما المريخ والزهرة، وهما الكوكبان المحيطان بالأرض، فالزهرة أقرب الكواكب إلى الأرض وهي تماثلها حجما تقريبا، غير أن سطحها يجب أن يكون أكثر سخونة إذ إنها أقرب إلى الشمس وهي حقيقة تركت إلى وصول الإنسان إلى مدار كوكب الزهرة ليتم إثباتها أو نفيها بشكل قاطع.

والمريخ شقيق أصغر للأرض إذ تبلغ كتلته واحدا إلى عشرة من كتلتها فقط، ويشتهر ببريقه الأحمر البرتقالي والذي أدى إلى تسميته بالكوكب الأحمر واتخذ رمزا لإله الحرب «مارس» عند الإغريق، ويتميز سطحه بعلامات وخطوط داكنة متقاطعة قامت حولها نظريات كثيرة منذ تبينها الفلكيون في منتصف القرن الماضي.

وقد ظن الفلكيون أن هذه الخطوط المستقيمة هي عبارة عن قنوات صناعية شقها «المريخيون» لنقل الماء من المناطق القطبية من ذلك الكوكب إلى المناطق الاستوائية فيه.

ويرجع أصل هذه الفكرة إلى العالم الفلكي

الإيطالي جيوفاني شيباريلي الذي أعلن في عام 1877 اكتشاف قنوات على في المريخ. والتقط الفكرة العالم الأمريكي برسيفال لويل (توفي عام 1916) والذي اكتشف الكوكب بلوتو وتابع العمل في رصد المريخ ورسم خريطة تفصيلية للمريخ وقنواته.

ويظن كارل ساجان، والذي كان أحد العلماء الرئيسيين الموكل إليهم فحص نتائج مركبات الفضاء التي دارت حول المريخ والتي هبطت على سطحه، كما أنه من أشد المتحمسين لفكرة البحث عن حياة في الكون من حولنا يظن أن لويل الذي كان يرسم من الذاكرة بعد تحديقه ساعات طويلة في كوكب المريخ من خلال التلسكوب، قد ضلل في هذا الأمر ورأى ماكان يود أن يراه فيقول:

«وهكذا فقد ضلل لويل وشيباريلي والآخرون الذين قاموا بالمراقبة في ظروف رؤية صعبة، وربما يعود ذلك جزئيا إلى أنهم كانوا مهيئين لتصديق فكرة وجود حياة على المريخ»[1].

وقد استمرت التكهنات حول وجود كائنات عاقلة على سطح المريخ تشغل أذهان الفلكيين وعلماء الفضاء حتى عصرنا الحالي، وصدق العامة هذه الفكرة بشكل مذهل، ونجحت رواية «حرب العوالم» التي نشرها هـ. ج. ويلز في عام 1897 في إقناع الناس بأن هناك مخلوقات ذكية من كواكب أخرى تراقب كوكب الأرض وتضع الخطط لغزوها إما للحصول على الماء أو لأن كواكبهم أ صبحت غير صالحة للحياة.

ومن أشهر الطرائف الحقيقية على هذا الأمر أن المخرج والممثل الأمريكي الشهير أورسون ويلز أثار ذعرا جماعيا في الولايات المتحدة في عام 1938 عندما قدم تمثيلية إذاعية مأخوذة عن قصة هـ. ج. ويلز الخيالية وصور فيها هبوط «مريخيين» في شرق الولايات المتحدة دون أن يذيع فيما يبدو تحذيرا بأن هذه رواية إذاعية خيالية، مثيرا بذلك ذعر الأمريكيين الذين فتحوا المذياع في وسط التمثيلية مثلا ليفاجأوا بأنباء الاستعدادات التي تتخذها مقاطعتهم لمواجهة هذا الغزو المريخي. لا شك في أن هذه صورة مجسمة للخيال الجماعي، وقد تصلح نموذجا كلاسيكيا للإقناع في مدارس الإخراج الإذاعي، لكن الذي يهمنا هنا هو أن اعتقاد الناس بوجود كائنات عاقلة على كوكب المريخ لم يكن أمرا يسهل العبث به.

ولم يفند هذا الاعتقاد بصورة قاطعة ونهائية في الواقع إلا في 20 يوليو 1976 عندما هبطت المركبة الفضائية «فايكنج» على سطح المريخ، وبطبيعة الحال لم يقابلها أي «مريخيون» ولم تجد في الواقع أي أثر يشير إلى وجود أي نوع من الحياة على هذا الكوكب الذي كان أقرب الكواكب إلى مثل هذا الاحتمال.

أما عن حقيقة القنوات المريخية فيقول كارل ساجان:

«عندما قارنت أنا وبول فوكس من جامعة كورنيل خرائط المريخ التي صنعها لويل بالصورة التي أخذت للكوكب من المركبة الفضائية مارينر-9 التي كانت تدور في مدار حوله، والتي كانت أحيانا أفضل بألف مرة من تلك التي كانت بحوزة لويل، الذي استخدم تلسكوبات عاكسة ذات قياس يبلغ 24 بوصة، لم نجد أي علاقة متبادلة بينهما... بل إنه في الواقع لم توجد أي بقع معتمة أو سلاسل من الحفر في مواقع أغلب الأقنية، ولم تكن هناك أي معالم أخرى مطلقا.

إن أحد أهم مكتشفات مارينر-9 هو أنه توجد على سطح المريخ خطوط وبقع، يرتبط الكثير منها بحواف الحفر الناتجة عن الارتطام بأجسام كونية، ويتغير شكل هذه الخطوط حسب الفصول، ولكن ليس لهذه الخطوط شكل أقنية، وقبل كل شيء ليس أي منها كبيرا بالقدر الذي يكفي لرؤيته من الأرض.

ولا يحتمل وجود معالم حقيقية على المريخ تشبه ولو قليلا أقنية لويل في العقود الأولى من هذا القرن والتي اختفت دون أن تترك أثرا بمجرد توافر إمكان التحقق منها عن كثب بوساطة المركبات الفضائية»[2].

ولم يكن التحقق من حقيقة القنوات المريخية هو الإنجاز العلمي الوحيد للمركبات الفضائية التي سافرت إلى الكوكب الأحمر، بل ساهمت الرحلات المتعددة في معرفة الكثير عن طبيعة هذا الكوكب الغامض، وعلى الجملة فقد أرسل إلى المريخ عدد من الرحلات الاستكشافية يفوق ذلك الذي أرسل إلى أي كوكب آخر.

وكانت الرحلات الأولى عن طريق مسبر فضائي هو المركبة الأمريكية مارينر والتي أطلق منها عشر رحلات لتدور في أفلاك حول المريخ والزهرة وعطارد وتصور سطحه وتقيس خصائصه وخصائص جوه الفيزيائية

والكيميائية والحرارية.

وكان القسم الثاني من هذه الرحلات عن طريق مركبات فضائية غير مأهولة هي المركبة «فايكنج» والتي هبطت على سطح كوكب المريخ واقتبست عينات من سطحه بوساطة ذراع ميكانيكية برزت منها وأودعت هذه العينات في معمل كيماوي على متن السفينة لتحليلها وأرسلت بنتائج التحليل إلى الأرق. أما الاتحاد السوفييتي فقد قام بمحاولات متعددة للنزول على المريخ في برنامج سمي باسم الكوكب نفسه «مارس» أو المريخ، ونجح بالفعل في تحقيق هذا الهدف إلا أن سوء الحظ أفرغ هذا النجاح من مضمونه إذ إنه في جميع المحاولات لم تنجح المركبة في إرسال إشارات مفيدة لمدد كافية، كما سيأتي في الفصل الرابع من هذا الباب.

3 برنامج مارينر للكواكب القريبة

سلسلة مركبات مارينر في المدار حول المريخ والزهرة وعطارد

كان برنامج مارينر لاستكشاف كواكب المجموعة الشمسية أحد البرامج الأولى التي تولتها وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» بعد إنشائها في بداية عصر الفضاء، ويهدف البرنامج الذي تم تنفيذه في الفترة من 1962 إلى 1973 إلى إرسال مركبات فضائية مزودة بأجهزة التصوير والاستشعار لتصوير سطح كوكبي المريخ والزهرة (جاء كوكب عطارد بعد ذلك) وقياس مكونات جوهما. وكان هذا الاختيار لهذين الكوكبين بالذات للتأكد من الافتراضات العلمية حولهما حيث إنهما أقرب الكواكب إلى ظروف كوكب الأرض، وكان العلماء يعتقدون باحتمال وجود حياة على سطحهما ولو في صورة بدائية قد تلقي ضوءا على ظروف نشأة الحياة على كوكب الأرض.

وفي بداية 1961 كانت ملامح هذا البرنامج قد تحددت في تصنيع مركبة الفضاء مارينز والتي سميت «مسبرا أو مجسا »فضائيا Space Probe

باعتبار أنها «تسبر» أغوار الفضاء وتستكشف أعماقه.

ويطلق اسم المسابر الفضائية عموما على المركبات التي تسبح في الفضاء بهدف جمع معلومات عن مكوناته دون أن تهبط على سطح كوكب معين أو تحمل ركابا، كما لا تجرى في هذه المسابر تجارب علمية وإنما تحمل فقط أجهزة استشعار وتصوير وقياس تنقل معلومات عما تراه أو تقابله إلى العلماء في مراكز الفضاء الأرضية.

وحتى يتلاءم المسبر الفضائي مع هذه المهمة فإنه يصمم عموما من هيكل خفيف يحمل بداخله أجهزة القياس والاتصال ويزود بهوائيات لإرسال الإشارات إلى الأرض، كما يزود المسبر بلوحات شمسية تلتقط طاقة الشمس لشحن البطاريات بالطاقة اللازمة للإرسال على مدى عمر المركبة، وأخيرا يزود المسبر بنافثات صغيرة للتحكم في المسار، وقد تزن المركبة من هذا النوع مابين 200-300 كجم.

وتحدد برنامج استكشاف المجموعة الشمسية في إطلاق مسبرين فضائيين أحدهما إلى المريخ والآخر إلى الزهرة. وتقدر المسافة بين مدار الأرض إلى مدار الزهرة بنحو خمسة وأربعين مليون ميل، غير أن المسافة التي يقطعها المسبر الفضائي للوصول من الأرض إلى الزهرة أطول كثيرا بسبب طبيعة المسار الذي يسافر عليه المسبر، وتستغرق الرحلة نحو أربعة شهور تقريبا، وهو مايعني أن المركبة تسافر بسرعة قد تتجاوز ثلاثين ألف ميل في الساعة وهي سرعة كبيرة حقا.

أما في حالة كوكب المريخ فتبلغ المسافة بين مداره ومدار الأرض نحو 120 مليون كيلومتر، ويقطع القمر المسافة على قوس يصل بين المدارين، ويتم اختيار زمن الإطلاق في الوقت الذي يكون فيه الكوكبان أقرب مايمكن لبعضهما، وتستغرق الرحلة في هذه الحالة سبعة أشهر ونصف الشهر.

مارينر-2 إلى الزهرة

وقد أطلق المركبة مارينر-2 في 27 أغسطس 1962 (المركبة مارينر-1 فشلت عند إطلاقها) ومرت المركبة إلى جوار كوكب الزهرة في 14 ديسمبر 1962، وكان أهم اكتشافاتها أن سطح الزهرة أكثر سخونة بكثير مما كان معتقدا، إذ بلغت درجة حرارة السطح نحو 400 درجة مئوية، وقد تأكدت

هذه النتائج فيما بعد من خلال إطلاق المركبة مارينر ـ 5 في 14 يونيو 1967.

مارينر-4 إلى المريخ

وكانت الوجهة التالية للمركبة مارينر هي المريخ. وفي 28 نوفمبر 1964 أطلقت المركبة مارينر-4 في طريقها إلى المريخ، وفي 14 يوليو 1965 مرت المركبة بجوار كوكب المريخ واستطاعت التقاط صور تليفزيونية لسطحه أظهرت بعض الحفر الكونية الناتجة عن ارتطام أجسام سماوية، لكنها لم تظهر أي أثر لقنوات المريخ المشهورة، كما أنها لم تجد أي دليل على وجود أثر للحياة على الكوكب.

وتأكدت هذه النتائج من خلال إطلاقين آخرين لمسبرين من سلسلة مارينر هما مارينر-6 ومارينر-7 (كان مارينر-5 هو ثاني مسبر من هذا الطراز يطلق إلى كوكب الزهرة) اللذين أطلقا في 24 فبراير و26 مارس 1969 ليصلا إلى المريخ عشية هبوط الإنسان على سطح القمر، وأدى هذا التوقيت بطبيعة الحال إلى خفوت صوت إنجازهما بالنسبة للإنجاز الهائل الذي تحقق بالسفينة أبوللو-11.

وقد زودت هاتان المركبتان بأجهزة تصوير واستشعار متقدمة، وأمكن لهما إرسال قدر كبير من المعلومات إلى الأرض عن سطح المريخ وطبيعة جوه. وأثبتت هذه المعلومات أن المريخ كوكب بارد لا حياة فيه وأن جوه يتكون أساسا من ثاني أكسيد الكربون الذي تصل نسبته إلى 98٪ من جو الكوكب الأحمر.

مارينر-9 في مدار حول المريخ

ومن أهم الرحلات التي أطلقها الإنسان إلى المريخ رحلة المركبة الفضائية مارينر-9 في 30 مايو 1971 والتي وضعت بعد وصولها إلى المريخ في مدار حول الكوكب ظلت ترسل منه معلومات مهمة لنحو عام كامل (349 يوما) ثم توقفت بعد نفاد وقود التوجيه وفقدان اتصالها بالأرض. وقد التقطت المركبة عددا كبيرا من الصور التي أوضحت تضاريس كوكب المريخ بشكل تفصيلي، وأظهرت وجود عدد من الحفر البركانية الضخمة وأودية وأخاديد عميقة مما جدد الاعتقاد بوجود أنهار كبيرة في فترة سابقة من تاريخ ذلك

الكوكب، وبالتالي احتمال وجود آثار لحياة عليه، وترك التأكد من هذه الفرضيات للمركبة «فايكنج» التي هبطت على سطح المريخ في 20 يوليو 1976 .

مارينر-10 في رحلة مزدوجة للزهرة وعطارد

كانت رحلة مارينر-10 مثيرة للاهتمام لأسباب عدة، فقد كانت أول مرة يتم فيها محاولة استكشاف كوكبين في رحلة واحدة وهما الزهرة وعطارد، وهي أول رحلة تحاول استكشاف كوكب عطارد أقرب الكواكب إلى الشمس، وهي أيضا أول رحلة يستخدم فيها المجال الجاذبي لكوكب (الزهرة) في قذف المركبة الفضائية نحو كوكب آخر (عطارد).

وعطارد كوكب غامض لا يعرف عنه الكثير، وقد ولدت فكرة الذهاب إليه عندما كان أحد الدارسين بمعامل الدفع النفاث التابعة لناسا يتتبع مسارات الكواكب حول الشمس لتحديد أي الأوقات أنسب لإطلاق مركبات فضائية نحو تلك الكواكب عندما لاحظ أنه مرة كل عشر سنوات تكون مواقع الأرض والزهرة وعطارد في وضع معين بحيث إن مركبة مقذوفة من الأرض نحو الزهرة سوف تنحرف في مسارها بتأثير جاذبية الزهرة وتقذف بقوة نحو عطارد.

ويؤدي استخدام الجاذبية المساعدة للزهرة «كمقلاع» بهذه الطريقة إلى إمكان إرسال السفينة إلى مسافات أبعد بوقود أقل وبحمولة أكبر مما يمكن باستخدام قوة دفعها الذاتية فقط.

وأعدت مركبة الفضاء أو السبر الفضائي مارينر-10 لاستكشاف كل من كوكبي الزهرة التي ستمر بها مرورا سريعا وكوكب عطارد الذي ستدور في مداره عدة مرات.

وفي 3 نوفمبر 1973 تم إطلاق مارينر-10 لتمر بالقرب من الزهرة وعلى ارتفاع خمسة آلاف كيلو متر في 5 فبراير 1974 ثم تعدل مسارها بحيث تتحول إلى مدار مماس لمدار عطارد.

وتم حساب مدار المسبر مارينر-10 بحيث تستغرق الدورة فيه ضعف زمن دورة عطارد تماما وبحيث توجد نقطة تماس بين المدارين تلتقي فيها المركبة مع عطارد الذي يكون قد أكمل دورتين لكل دورة من المركبة مارينر-1 .

وتم هذا الترتيب بنجاح مذهل وأمكن تقريبا لمارينر-10 أن ترسل معلومات عن عطارد في اللقاءات الثلاثة الأولى والتي تتم كل ستة شهور تقريبا، ثم توقفت عن الإرسال رغم أنها ستظل في هذا المدار حول الكوكب إلى ما شاء الله.

طبيعة العمل في مهام الفضاء

ليس من الضروري لنقدر الصعاب الفنية التي واجهت تصميم هذه المهمة المزدوجة أن ندخل في تفاصيل فنية عن العقبات التي تواجه رحلة مثل هذه الرحلة تستغرق خمسة شهور منذ إطلاق المركبة في 3 نوفمبر 1973 إلى حين لقائها مع الكوكب عطارد في 29 مارس 1974 وثلاث سنوات قبلها في إعداد المركبة وأجهزتها، وعددا آخر من السنوات في إعداد المهة ذاتها قبل اتخاذ قرار تنفيذها، وخلال ذلك كله هناك عدد لا يحصى من المشكلات الفنية والعملية التي تواجهها المهمة.

وفي مقابل كل مهمة تنجح هناك على الأقل محاولتان أو ثلاث تبوء بالفشل، غير أن المثابرة والتفاني للفرق المكلفة بالعمل والمعاونة التامة من كل الأجهزة المساندة سواء فنيا أو ماليا أو سياسيا يكفل أن تعمل المجموعة كلها كساعة سويسرية منضبطة.

إن مايكفي هنا أن نخرج بانطباع راسخ بأن تحقيق مثل هذه المهام لا يأتي إلا من التعود على تحقيق مهام أصغر وأصغر بالدرجة نفسها من الدقة والإتقان، وأن النجاح الباهر الذي يراه العالم في التليفزيون لمهمة فضائية ما إلى هذا الكوكب أو ذاك إنما وراءه آلاف من الرجال والنساء الذين أدى كل منهم مهمته بدقة وانضباط ومحاسبة فائقة للنفس، مدركا في كل لحظة دوره الدقيق في هذه الماكينة الهائلة.

ويحضرني من تراثنا العربي الذي ترسخ في ذاكرتنا السمعية وإن لم يترسخ بالطريقة نفسها للأسف في ذاكرتنا السلوكية، قصيدة للشاعر إيليا أبو ماضي يحكي فيها قصة حجر صغير في سد عظيم لا يرى لنفسه أهمية أو دورا فيتقلقل ويترك مكانه ويتسرب الماء من الثقب الصغير الذي يتسع شيئا فشيئا حتى يتهدم السد.

فكيف يكون عندنا مثل هذه الرؤية الثاقبة في دور الفرد الصغير في

البنيان العظيم ثم لا تنساب هذه المعاني في وعينا ووجداننا تعليما وسلوكا وعملا. إن آفة العمل في مجتمعاتنا العربية هي نقص الإتقان وعدم توقعه من الفرد ومن المؤسسة وشيوع المكافأة على العمل الناقص غير المتقن، وهي أمور تؤدي كلها إلى أن نظن بأنفسنا النقص وبأن نعلم شبابنا الإهمال والإهدار وأن نقف دائما في ذيل الأمم نتطلع في انبهار عاطل إلى تلك الدول التي كانت من عقود قليلة تلهث وراء التقدم وتحاول اللحاق به، وهي الآن تمسك بناصيته وتعوض فيه ما فاتها، والسر كله في هذه الكلمة السحرية الصغيرة: الإتقان.

النتائج العلمية لرحلات مارينر

نعود فنجمل ما حققته مارينر-10 من نتائج علمية (مباشرة) فنجد أنها قد حملت على متنها عدة تجارب علمية:

- جهاز قياس الأشعة تحت الحمراء لقياس درجة حرارة جو عطارد والخصائص الحرارية لعناصر السطح.
- جهاز قياس بالأشعة فوق البنفسجية لقياس المكونات الغازية والكيماوية للجو.
- جهاز قياس المجال المغناطيسي.
- جهاز قياس الرياح الشمسية.
- آلتي تصوير.

وقد التقطت المركبة أكثر من ثلاثة آلاف صورة لكوكب الزهرة خلال مرورها به من ارتفاع 5800كم. وفي 29 مارس 1974 كان أول تحليق لها فوق الجانب المظلم لكوكب عطارد على ارتفاع 705كم.

وفي الدورة الثانية عدل مسار المركبة بحيث لا تصور المناطق نفسها التي صورتها في دورتها الأولى. وفي دورتها الثالثة استطاعت المركبة مارينر-10 دراسة المجال المغناطيسي لعطارد عندما مرت على ارتفاع 327كم فقط من سطحه.

وبعد أيام كانت مارينر-10 قد جادت بآخر أنفاسها في خدمة العلم إذ نفدت آخر كميات النيتروجين المستخدم وقودا لأجهزة التوجيه، وأصبحت المركبة غير قادرة على توجيه نفسها بعيدا عن أشعة الشمس وأدى ذلك إلى

ارتفاع درجة الحرارة داخل المركبة وتدمير أجهزتها الإلكترونية الدقيقة.

وقد عكف لفيف من العلماء على تفسير آلاف الصور التي التقطتها سفن مارينر برئاسة الجيولوجي د. ماسورسكي. وخلصوا إلى تفسير منطقي بوجود عواصف ترابية تتحرك على سطح المريخ، وكانت هي السبب في ظنون القدامى عن تغير ألوان مساحات فيه وفسروا أنها زراعات تجني محاصيلها فيتغير لونها. كما أعطوا تفسيرا عن القنوات التي قال شيباريللي إنها شبكة للري من صنع أذكياء، فحقيقتها أنها شقوق وأخاديد تمتد آلاف الكيلومترات وبعضها غائر وبعضها ضحل، ولكن أغلبها عريض قد يصل إلى كيلومتر واثنين. كما اكتشفوا وجود جبال عالية وبعض البراكين التي ما زال بعضها ثائرا.

وكانت تلك هي النهاية المجيدة لبرنامج من أنجح برامج استكشاف الفضاء بمركباته العشر التي نجح منها سبع مهمات هي:

مارينر 4, 6, 7 إلى المريخ

مارينر 2, 5 إلى الزهرة

مارينر 9 إلى المريخ

مارينر 10 إلى الزهرة وعطارد

ويوضح الجدول(4-2) ما حققته مسابر الفضاء المختلفة من طراز مارينر في رحلاتها بين كواكب المجموعة الشمسية.

جدول 4–2 : مهمات المسبر الفضائي مارينر

إسم المركبة	تاريخ الإطلاق	وجهة الرحلة	تاريخ الوصول	الإنجازات
ماريتر–1	فشل الإطلاق	الزهرة	--	--
مارينر–2	27 أغسطس 1962	المرور بالزهرة	14 ديسمبر 1962	قياس درجة حرارة السطح – تحليل جو الزهرة
مارينر–3	فشلت	المرور بالمريخ	--	--
مارينر–4	28 نوفمبر 1964	المرور بالمريخ	14 يوليو 1965	تصوير سطح المريخ
مارينر–5		المرور بالزهرة		
مارينر–6	24 فبراير 1969	المرور بالمريخ	يوليو 1969	
مارينر–7	26 مارس 1969	المرور بالمريخ	يوليو 1969	
مارينر–8	فشلت	المريخ	--	--
مارينر–9	30 مايو 1971	مدار حول المريخ		تصوير التضاريس الكبيرة لسطح المريخ – الحفر والوديان والأخاديد
مارينر–10	3 نوفمبر 1973	المرور بالزهرة مدار حول عطارد	5 فبراير 1974 29 مارس 1974	رحلة مزدوجة لكوكبين استخدام جاذبية الزهرة 3000 صورة للزهرة تصوير وقياس عطارد لأول مرة دراسة المجال المغناطيسي لعطارد

4 برنامج «مارس» والمحاولات السوفييتية للهبوط على المريخ

وعلى الجانب الآخر من سباق الفضاء كان السوفييت أيضا يحاولون استكشاف المريخ والزهرة، وبينما كان النجاح حليفهم بشكل باهر في برنامج فينيرا أو فينوس لاستكشاف كوكب الزهرة، مني السوفييت بسلسلة غريبة من سوء الحظ في محاولات الوصول إلى المريخ.

المركبة مارس-1 وزوند-2 تفقدان في الفضاء

بدأت محاولات السوفييت في خريف 1960 بإطلاق مركبتين، ولكن المرحلة الثالثة لكل من المركبتين فشلت وسقطت المركبتان إلى الأرض. وكرر الاتحاد السوفييتي المحاولة في 14 أكتوبر 1962 والتي فشلت بسبب انفجار المرحلة العليا من القاذف. وأخيرا تم إطلاق المركبة «مارس-1» في نهاية أكتوبر 1962 بينما فشلت محاولة ثالثة في 4 نوفمبر في الخروج من المدار الأرضي.

وبدا لفترة قصيرة أن كل شيء مضى كما هو مخطط بالنسبة للمركبة مارس-1 فقد تم الاتصال،

وتم عمل التعديل في المسار بحيث يمر المسبر الفضائي على بعد 6000كم من المريخ، ولكن في 21 مارس 1961 بينما كان المسبر مارس-1 عل بعد ثلاثة شهور فقط من الهدف انقطع الاتصال إلى الأبد.

وفي 1965 تمت محاولة جديدة سميت زوند-2 ومرة أخرى انقطع الاتصال قبل وصول المسبر إلى هدفه. وفي 1969 تمت محاولة أخرى لكن المركبة دمرت عندما فشل الإطلاق، وفي أثناء ذلك كانت الولايات المتحدة قد حققت نجاحا كبيرا عن طريق مارينر 4، 6، 7.

الاتحاد السوفييتي يحاول الهبوط على سطح المريخ

وفي عام 1971 أعدت ثلاث مركبات فضائية للإطلاق إلى المريخ، وكان الهدف ليس مجرد المرور بالمريخ أو حتى الدوران حوله مثل مارينر-10 بل الهبوط على سطح الكوكب مثلما فعلت فايكنج بعد ذلك بأربع سنوات. وبينما فشل الإطلاق الأول نجح الإطلاقان الثاني والثالث في 19 مايو (مارس-2) وفي 28 مايو (مارس-3)، وبدا أن سوء الحظ قد تخلى أخيرا عن البرنامج السوفييتي.

كانت المركبة مكونة من جزأين -مركبة مدارية وأخرى للهبوط- بحيث تنفصل مركبة الهبوط تلقائيا عن المركبة المدارية بمجرد وصولها إلى المدار، ولكن حلقة أخرى من حلقات سوء الحظ كانت تنتظر تلك المركبة، إذ عندما وصلت (مارس-2) إلى مدارها كان الكوكب محاطا بعاصفة رملية هائلة، ولأن المركبة كانت مصممة للانفصال بصورة تلقائية فلم يكن يمكن تغيير موعد انفصالها أو تأجيله من الأرض، وهكذا انفصلت مركبة الهبوط في 27 نوفمبر 1971 وغاصت في العاصفة الرملية ولم يسمع عنها بعد ذلك.

كان هذا قدرا غير عادي من سوء الحظ، إذ إن المركبة مارس-2 نجحت في الحقيقة في الوصول إلى الكوكب، وكانت أجهزتها تعمل بصورة صحيحة، ولكن هذه المركبة كانت من النوع الثابت أو الذي لا يستطيع التأقلم آليا مع ظروف المهمة، ولذلك لم يكن هناك مفر من المغامرة بهبوط المركبة في وسط العاصفة المريخية.

أما (مارس-3) فقد أطلقت من مركبتها المدارية في 2 ديسمبر 1971 في وسط العاصفة الرملية، ونزلت المركبة بوساطة مظلة ولمست سطح الكوكب

واستقرت عليه بنجاح، وبعد دقيقة ونصف الدقيقة بدأت المركبة الإرسال، ولكن سوء الحظ له قوة عجيبة إذ استمر الإرسال لمدة 20 ثانية فقط ثم انقطع لسبب غير معروف.

وكان هناك بعد الجهد والإنفاق الهائل قدر من العزاء في الجزء المداري من المركبتين مارس-2 و3 رغم فشل مركبتي الهبوط، إذ استمرت المركبتان المداريتان في إرسال البيانات حتى سبتمبر 1972 أي نحو عام كامل.

إن هو إلا فشلنا الثالث عشر

في رواية قديمة أن أحد ملوك الصين بلغه نبأ فشل قواته مرة أخرى في اقتحام مدينة حصينة كان يحاول دخولها، وكان أن اقترح عدد من قادته التخلي عن محاولة اقتحام هذه المدينة وجاءوا لعرض الأمر على الملك الحكيم الذي كان رده: «لنحاول مرة أخرى، فإن هو إلا فشلنا الثالث عشر»[1].

وهكذا كان الأمر بالنسبة لبرنامج السوفييت للوصول إلى المريخ، ويبدو أن هذا التصميم على الاستمرار في المحاولة رغم الفشل المتكرر ضروري لنجاح البرنامج في النهاية نظرا للعدد الكبير من الصعوبات وحجم المجهول الذي كان يتعين اجتيازه في رحلة على هذا البعد (أكثر من سبعة شهور) ولكوكب لم يستكشف من قبل. وللإنصاف فإن العاصفة المريخية التي فاجأت مارس-2 ومارس-3 هي من قبيل ذلك المجهول الذي لم يكن من الممكن التحسب له في حدود المعلومات المتاحة.

وفي رصد المنهج المتبع في رحلات الفضاء نجد أن هناك أسلوبين متميزين أحدهما يمكن إعطاء مثال جيد له برحلة أبوللو إلى القمر، ويتميز هذا الأسلوب بعدم ترك أي شيء للاحتمالات وتجربة كل تفصيلة صغيرة في البرنامج أكثر من مرة على الأرض وفي المدار وفي ظروف مختلفة، حتى أن برامج كاملة مثل برنامج جيمني صمم لاكتساب المعرفة والخبرة تمهيدا للهبوط على القمر. وعندما سار الرائدان نيل أرمسترونج وإدوين ألدرين على سطح القمر كانا في الواقع يكرران خطواتهما السابقة في صحراء كاليفورنيا في مواقع تشبه تلك التي تقرر الهبوط عليها، والتي كان يدربهما على المشي فيها عالمنا العربي فاروق الباز.

أما المنهج الآخر فهو منهج التجربة والخطأ، وهو المتبع عندما لا تسمح

ظروف البرنامج بتصميم خطواته مسبقا بإحكام نتيجة الاعتبارات السياسية والإعلامية وضغوط إحراز سبق من نوع ما، أو عندما تكون المجاهيل أكبر من القدرة على التنبؤ بها، وتأتي تجربة مارينر وبدرجة أكبر برنامج مارس مثالا على ذلك. ويلاحظ أنه في كل من هذين البرنامجين كان يتم إنتاج وإطلاق سفينتين من كل نوع في وقت واحد أو في مواعيد متقاربة، وكان لذلك سببان أحدهما هو أن سفن الفضاء أرخص بسعر الجملة، وأن إنتاج المركبة الثانية يتم دون تكلفة تقريبا إذ إن معظم التكلفة ليس في تصنيع الأجزاء ولكن في البحث العلمي والتطوير الذي يكمن وراء هذا التصنيع. أما السبب الثاني فهو توقع فشل إحدى هاتين التجربتين في إحدى المراحل بنسبة تزيد على خمسين في المائة، وبالتالي يمكن إطلاق السفينة الثانية مع تطبيق الدروس المستفادة من الإطلاق الأول.

في عام 1973 حاول الاتحاد السوفييتي استعادة منزلته بإطلاق مسبرين آخرين إلى المريخ، لكن المسافة بين المريخ والأرض في تلك الفترة كانت أكبر مما كانت عليه في 1971، ونتيجة لذلك اضطر الاتحاد السوفييتي إلى تخفيف أوزان المركبات المسافرة وبالتالي كان لابد من الاستغناء عن إحدي المركبتين، المركبة المدارية أو مركبة الهبوط.

وهكذا أرسل الاتحاد السوفييتي المركبتين مارس-4، مارس-5 اللتين كانتا مركبتين مداريتين، المركبتين مارس-6، مارس-7 واللتين كانتا مركبتي هبوط.

وبدا أن حظ الاتحاد السوفييتي مع المريخ سيتغير، فقد انطلقت المركبات الأربع في 21, 25 يوليو وفي 5, 9 أغسطس دون مشاكل ووصلت المركبات الأربع في الربيع التالي إلى المريخ.

ولكن هل حققت هذه المركبات بالفعل أي نجاح؟.

كان ما حدث لهذه المركبات حقا دراما إغريقية، أو لعلها دراما سوفييتية.

- المركبة المدارية مارس-4 بعد وصولها إلى المريخ فشلت في إطلاق الصواريخ الكابحة لوضعها في المدار، وانطلقت في طريقها عابرة المريخ إلى المجهول.

- المركبة المدارية مارس-5 وصلت إلى المدار واستقرت فيه واستعدت للعمل كناقل للإشارات من مركبة الهبوط إلى الأرض. ولكن لم تكن هناك مركبة هبوط لتنقل عنها أي إشارات إذ إن مركبة الهبوط مارس-6 ضلت

الطريق وفقدت في الفضاء.

- ووصلت مارس-7 أخيرا إلى الكوكب وبدأت في الهبوط ولكن الاتصال بها انقطع قبل أن تلمس الأرض.

وأخيرا اقتنع الاتحاد السوفييتي فيما يبدو بالنحس الذي واكب محاولاته مع المريخ وتوقف عن محاولاته للنزول على هذا الكوكب، لكن هذا لم يصرف السوفييت عن تكرار المحاولة بعد عدة سنوات بإطلاق السفينتين (فوبوس 221) عام 1988 وإن كان مصير أولاهما الفشل، ثم تجمدت أجهزة الثانية في الفضاء بعد عدة شهور.

5 المركبة فايكنج ـ مرحلة جديدة

تركت مارينر-9 العلماء في حيرة من أمر المريخ، إذ إنها أثارت من جديد شكوكهم القديمة باحتمال وجود حياة -في صورة ما- على سطح الكوكب. لقد أظهر تحليل نتائج مارينر-9 التي دارت حول المريخ في مدار على ارتفاع يتراوح بين 1300 إلى 18000 كيلومتر أن الكوكب يمر بدورات من الجفاف والرطوبة مدة كل منها نحو 50 ألف سنة وأن الكوكب الذي يمر حاليا بدورة من الجفاف قد مر بدورة من الرطوبة والدفء وجد فيها الماء وعناصر الحياة. وشك العلماء في أن مظاهر الحياة التي مازالوا يبحثون عنها بشغف كبير قد تكون مختفية تحت سطح الكوكب في انتظار دورة جديدة باعثة للحياة.

لكن مارينر-9 لم تكن مجهزة للإجابة عن هذا التساؤل، فقد كانت الصور التي تلتقطها عاجزة عن إيضاح أي تفاصيل أقل من عشرات الأمتار، أي أنها لم تكن تستطيع سوى توضيح التضاريس الكلية كالجبال والوهاد والوديان. وإن كان ذلك مناسبا تماما لإثبات أو نفي فرضية القنوات المريخية أو أي مظاهر عمرانية أو هندسية تركتها

حضارة ذكية قد تكون قد وجدت على سطح الكوكب في زمن ما، فإنها بالتأكيد لا تصلح للتحقق من فرضية وجود الحياة في صورة بدائية.

ولأجل دراسة ذلك الاحتمال كان لابد من الذهاب إلى هناك وفحص عينات من التربة، وكان هذا دور المركبة (الرحالة فواياجير). ولضمان الحصول على نتائج إيجابية من الزيارة الفضائية كانت هناك مركبتان أطلقتا في دقيقتين متقاربتين (بفارق ثلاثة أسابيع).

أطلقت المركبتان في 20 أغسطس، 9 سبتمبر 1975، وتكونت كل مركبة من جزء مداري للهبوط، وترك تحديد زمان ومكان الهبوط لمركز الاتصالات الأرضية بناء على المعلومات الأولى التي ترسلها المركبة عند وصولها للمريخ. وكان هذا درسا مستفادا من تجربة الاتحاد السوفييتي الصعبة مع المريخ.

ولكن كانت هناك دروس أخرى ليتعلمها الأمريكيون إذ لم تكن المركبات مزودة بأي أسلوب للحركة وبالتالي كان هناك اختيار متاح لمرة واحدة فقط وهو اختيار الموقع وزمن النزول، وإذا ثبت خطأ هذا الاختيار فلا حيلة لأحد في الأمر. وقد علق كارل ساجان، والذي كان من المسؤولين عن مهمة فايكنج، على هذا القصور:

«كانت عواطفي خلال متابعتي لصور مركبة الهبوط فايكنج يسيطر عليها الإحساس بالخيبة من جمود المركبة... ووجدت في ضوء النتائج المثيرة للضيق التي حملتها فايكنج، أنني كنت أعرف مئة مكان على المريخ أكثر أهمية وتشويقا من المواقع التي اخترناها.

ولعل الأداة المثالية في هذا المجال هي عربة جوالة تحمل تجارب متقدمة، ولا سيما في مجال التصوير، والكيمياء والبيولوجيا، والنماذج الأولية لهذه العربات هي قيد الصنع من قبل وكالة الفضاء الأمريكية. وهذه العربات تعرف كيف تتحرك ذاتيا فوق الصخور ولا تسقط في الوهاد وكيف تخرج من المواضع الضيقة، ونحن قادرون على إيصال عربة جوالة إلى سطح المريخ يمكنها في التدقيق جميع ما حولها ومشاهدة أكثر الأشياء إثارة للاهتمام في مجال رؤيتها، وأن تتحرك كل يوم إلى مكان جديد.

بعثة كهذه يمكن أن تحقق مكاسب علمية عظيمة، حتي وإن لم توجد حياة على المريخ، فسوف نتمكن من التجوال في الوديان النهرية القديمة ونصعد سفوح أحد الجبال البركانية الكبيرة، عبر التضاريس المتدرجة

الغربية للسطوح القطبية الجليدية.

وسيكون اهتمام الرأي العام بمثل هذه البعثة كبيرا جدا، ففي كل يوم ستصل مجموعة جديدة من المشاهد إلى تليفزيوناتنا المنزلية. وهكذا نستطيع أن نقتفي آثار الطريق ونتأمل في المكتشفات، ونقترح الذهاب إلى أماكن جديدة... وسيكون هناك وقت لإدخال أفكار جيدة جديدة في خطة البعثة الفضائية، وهكذا فإن نحو مليار إنسان يمكن أن يشاركوا في اكتشاف عالم آخر»[1].

في هذه العبارة التي تبدو كقطعة من الخيال العلمي أكثر منها معبرة عن إحباط كارل ساجان من نتائج فايكنج نتيجة لأن المركبة مصممة لتكون ثابتة غير متحركة، يحاول فيها الكاتب أيضا أن يقوم بعملية حشد للرأي العام وراء فكرة تجربة علمية مكلفة، وتعتبر في رأينا مثالا على ما ذكرناه عن علاقة المشروعات العلمية الكبيرة أو مايسمى Big Science بالرأي العام واحتياجه إلى دعمه. ولا شك في أنك لو كنت أمريكيا وقرأت هذه العبارات لكتبت لعضو الكونجرس مطالبا بتبني رحلة إلى المريخ تحقق الأهداف المثيرة التي أشار إليها ساجان.

وفي الواقع فإن مركبة مثل التي صورها ساجان قد تم تصميمها وتنفيذها بالفعل، بل وإرسالها إلى سطح جسم فضائي آخر هو القمر، تلك هي المركبة السوفييتية «لونخود» التي أنزلها السوفييت على سطح القمر وتجولوا بها وجمعوا بها قدرا كبيرا من عينات صخور القمر.

دخلت فايكنج جو المريخ في 19 يونيو 1976، وهبطت على سطح الكوكب في 20 يوليو 1976 في وادي كريس بعد 7 سنوات تماما من الهبوط على القمر، وقبل هبوطها اتخذت المركبة فايكنج احتياطات بيولوجية غير عادية لمنع نقل أي ميكروبات أرضية إلى سطح المريخ تطبيقا لمبدأ الوقاية خير من العلاج، ولم يكن اختيار موعد الهبوط مصادفة بالطبع، بل كان مثالا على تغلغل الجانب الإعلامي والسياسي في برنامج الفضاء. وكان المقصود أن تحمل رحلة فايكنج شحنة وطنية للأمريكيين وإشارة ذات مغزى إلى العالم.

وتحسبا لأي طارىء- كانت هناك مركبة ثانية من طراز فايكنج، وهبطت فايكنج-2 في وادي يوتوبيا في 3 سبتمبر من العام نفسه.

كان هدف فايكنج أساسا البحث عن الحياة على الكوكب، ولذلك كانت

هناك ثلاث تجارب بيولوجية، وكانت النتيجة للأسف غير حاسمة إذا لم تجد التجربة التي كانت تبحث عن وجود مواد كربونية في التربة أي أثر لهذه المواد مما يوحي باستبعاد وجود حياة. إلا أن المركبة أرسلت بعض القياسات المهمة علميا، ومن هذه القياسات ثبت أن درجة حرارة الكوكب البارد تتراوح بين 14° و120° مئوية، كما ثبت أن الغطاء القطبي على قطبي الكوكب هو من الماء المتجمد وليس من ثاني أكسيد الكربون كما كان الظن سابقا، واستمرت المركبتان فايكنج في إرسال الصور من المريخ حتى نوفمبر 1982.

6 استكشاف الزهرة برنامجا فينيرا وبايونير

كان الهدف التالي بعد المريخ للاتحاد السوفييتي في بداية برامجه لاستكشاف الكواكب هو كوكب الزهرة الذي لم يكن يعرف عنه الكثير[1]. وعلى العكس من الإخفاق وسوء الحظ اللذين مني بهما البرنامج السوفييتي لاستكشاف المريخ، حقق برنامج استكشاف الزهرة نجاحا باهرا.

ورغم أن الولايات المتحدة أرسلت عددا من المسابر الفضائية من طرازي مارينر (مارينر 2, 5) وبيونير Pioneer لاستكشاف كوكب الزهرة غير أن الفضل في معرفة الكثير عن هذا الكوكب كان للبرنامج المكثف الذي نفذه السوفييت بين عامي 1961 و1983.

سمي البرنامج «فينيرا» باسم الكوكب باللغة الروسية أو فينوس وتضمن إرسال ستة عشر مسبرا فضائيا، كان أول إطلاق ناجح لها هي المركبة (فينوس-2) في 12 نوفمبر 1965، ثم حطت فينوس-3 على سطح الكوكب في مارس 1966، وانفصلت عنها كرة قطرها 90سم بها أجهزة لقياس الضغط والحرارة فينيرا-4 في 12 يونيو 1967. والتي وصلت

إلى الكوكب بعد أربعة أشهر في 18 أكتوبر من العام نفسه. وعند وصول المركبة إلى الزهرة أطلقت كبسولة هبوط لتصل إلى سطح الكوكب، وخلال ذلك كانت ترسل بيانات لمدة 94 دقيقة.

وكانت المفاجأة الأولى عن هذا الكوكب الغريب، أن الكبسولة التي انفصلت لتهبط على سطح الكوكب لم تصل إليه أبدا وتبين أنها تحطمت تحت تأثير الضغط الجوي للزهرة الذي يبلغ 22 مرة قدر الضغط الجوي على الأرض. أما درجة الحرارة فكانت 280 درجة مئوية عندما تحطمت المركبة وكانت على ارتفاع 25كم من سطح الكوكب.

ولم يكن تحطم فينيرا-4 خسارة علمية كاملة، فقد كانت المعلومات التي حصلت عليها كبيرة القيمة وأدت إلى تحسن تصميم المركبات التالية والتحسب للظروف التي يمكن أن تقابلها تلك المركبات والتي لم تكن معروفة من قبل.

وفي 1969 أطلقت المركبتان فينيرا-5، فينيرا-6 بعد تقوية الهيكل ليتحمل الضغط الجوي وتقليل مساحة مظلة الهبوط للإسراع بمعدل الهبوط قبل أن ترتفع درجة الحرارة في الكبسولة إلى حد كبير، ووصلت المركبتان إلى الزهرة، وانفصلت الكبسولات لكنها توقفت عن الإرسال بعد هبوطها عدة كيلومترات في جو الزهرة. وبعد هبوط (فينوس-5) خرج منها علم الاتحاد السوفييتي وصورة لينين، وظل مفروش فوق سطح الكوكب.

وكان حل هذا اللغز من نصيب فينيرا-7 والتي وصلت إلى سطح الكوكب وأرسلت إشارات عن درجات الحرارة والضغط على السطح، وكانت درجة الحرارة رقما مذهلا 475م، وأما الضغط فكان مقداره تسعين مرة مقدار الضغط الجوي على الأرض، وكان آخر هذه المجموعة من المسبرات المركبة فينيرا-8 والتي هبطت على السطح واستمرت في الإرسال لمدة 50 دقيقة.

وجاءت المرحلة التالية في 1975، وأطلقت في ذلك العام عدة مركبات ذات تصميم جديد هي فينيرا 9، 10 وهبطت المركبتان بنجاح وأرسلتا أول صور لسطح الزهرة.

وكانت النافذة التالية بعد ذلك بثلاث سنوات في سبتمبر 1978 حيث أطلقت المركبتان فينيرا 11، 12 واللتان استطاعتا تحليل عينات من جو الكوكب. وأما فينيرا 13، 14 واللتان أطلقتا في 1981 فقد أرسلتا صورا

ملونة لسطح الكوكب كما استطاعتا الحصول على عينات من صخور السطح وتحليلها، وبذلك عرفت لأول مرة معلومات عن مكونات سطح كوكب الزهرة.

وكان الاتحاد السوفييتي قد اكتسب ثقة كبيرة في برنامج فينيرا. وفي عام 1983 أطلقت المركبتان فينيرا 15 و16 وهما آخر مركبات برنامج فينيرا، وهما مركبتان ذواتا تصميم معقد وكلفتا مهمة معقدة وهي تصوير سطح الكوكب بالرادار.

لم تهبط مركبتا فينيرا-15 , 16 على سطح الكوكب، بل دارتا حوله في مدار بيضاوي تصل أدنى نقطة فيه إلى ارتفاع 1000كم وأعلى نقطة إلى ارتفاع 65000 كم، وخلال هذه الدورات التي استمرت عاما كاملا أمكن رصد 120 مليون كم مربع من سطح الكوكب وبذلك تم رسم أول خريطة تفصيلية لجزء كبير من كوكب فينوس.

واتبع الاتحاد السوفييتي برنامجه الناجح فينيرا بإطلاق مسبرين في مهمة مزدوجة إلى الزهرة ولاستكشاف المذنب هالي. ومرة أخرى مثلما حدث عند إطلاق مارينر-10 إلى المريخ وعطارد في عام 1974 استخدم السوفييت جاذبية الزهرة في إطلاق المركبة لتقابل المذنب هالي، وخلال مرورها بكوكب الزهرة أطلقت المركبة كبسولة هبوط وبالونا اختباريا لتلتقط بيانات إضافية عن سطح الكوكب.

برنامج بايونير الأمريكي لاستكشاف كوكب الزهرة:

في 1978 وبفاصل ثلاثة شهور، أطلقت الولايات المتحدة مسبرين فضائيين في شهري مايو وأغسطس لاستكشاف كوكب الزهرة وسمي البرنامج بايونير-الزهرة.

كانت المركبة الأولى بايونير- الزهرة-1 أو المدارية هي أول مركبة فضائية تدور حول الكوكب، واختير لها مدار بيضاوي عجيب الشكل إلى حد ما إذ بلغت أدنى نقطة له قريبا من الكوكب على بعد 150 كيلومترا فقط من السطح، بينما كانت أقصى نقطة في المدار على بعد 66900 كيلومتر. وقد تم اختيار المدار بهذا الشكل الغريب حتى يتيح إمكان دراسة خصائص الكوكب من قريب جدا من السطح ومن مسافة بعيدة توفر نظرة بانورامية شاملة.

وحملت المركبة الفضائية بايونير-فينوس-2 أربعة مسابر فضائية أطلقت جميعها عند وصول المركبة إلى مدار الزهرة لتخترق الغلاف الجوي للزهرة على ارتفاعات ومواقع مختلفة، وبهذا الشكل يمكن الحصول على عدة عينات من ظروف مناخية وسطحية مختلفة كما يمكن تجنب الآثار السيئة لفقدان أحد المسابر على الرحلة بأكملها.

وقد أرسلت المركبة إلى الأرض معلومات ثمينة عن جو وسطح الزهرة من بينها صور شاملة لسطح الكوكب وتفاصيل عن تكوين جوه وطبيعة مكونات السطح، كما أكدت المركبة الارتفاع الشديد لدرجة حرارة السطح ووجود اختلاف ضئيل في درجات الحرارة ليلا ونهارا وندرة الماء في الجو، وانتهت مهمة المركبة بايونير -الزهرة-2 بوصول مسابرها الأربعة إلى السطح وتحطمها عليه بعد أن قامت بقياس المتغيرات التي صممت لقياسها.

7 استكشاف الكواكب العملاقة والبعيدة

بعد استكشاف القمر والكواكب المحيطة بالأرض كان من الطبيعي أن يتجه طموح الإنسان في رغبته في استكشاف الكون من حوله إلى الكواكب العملاقة: المشترى وزحل وأورانوس وما بعدها من كواكب على حافة المجموعة الشمسية نبتون وبلوتو. وكان هذا الاستكشاف عن طريق برنامجين أميريكيين هما بايونير (الرائد) وفواياجير (الرحالة).

برنامج بايونير Pioneer

تكون برنامج بايونير لاكتشاف الكواكب البعيدة من مسبرين فضائيين متماثلين هما بايونير-10 وبايونير-11 ووضعت مهمة المركبتين بحيث تستكشف كل منهما الفضاء فيما بعد المريخ وحزام الكويكبات، ثم تنطلق بايونير-10 لاستكشاف المشترى، بينما تنطلق بايونير-11 لاستكشاف زحل. وبعد أن تمر المركبتان بأجواء هذين الكوكبين وتجري بعض القياسات أهمها قياس المجال المغناطيسي للكواكب فإنها تنطلق في طريقها إلى حواف

المجموعة الشمسية.

وكان لابد من حساب مواقع الكواكب بحيث يكون الكوكبان أقرب مايكونان إلى مسار المركبة عند وصولها إليهما، وقد أدى هذا إلى اختيار موعدي الإطلاق في 3 مارس و5 أبريل من عام 1973 لتصل بايونير-10 إلى المشترى في 4 ديسمبر من العام نفسه وتمر بالكوكب على بعد 130 ألف كيلومتر.

أما بايونير-11 فكان مخططا أن تمر بالمشترى بعد ذلك بسنة كاملة وأن تستخدم جاذبية الكوكب لتعدل مسارها في الطريق إلى زحل، وتمت المهمة كما كان مخططا ووصلت المركبة بايونير-11 إلى زحل في 1 سبتمبر 1979 بعد إطلاقها بستة أعوام ونصف العام، وخلال هذه الرحلة الطويلة لم ينقطع الاتصال بين المركبة والأرض، وكان توجيه المركبتين وتعديل مسارهما يتم من مركز توجيه أرضي ولذلك كانتا تتميزان بهوائي كبير للاستقبال والإرسال يشير محوره باستمرار إلى الأرض لتسهيل الاتصال.

وكانت نتائج الرحلتين مثيرة للاهتمام كما كان مأمولا إذ غامرتا بالذهاب إلى حيث لم يذهب أحد من قبل (إنسانا أو آلة في هذه الحالة) وبالتالي انتظر العلماء المعلومات التي يرسلها هذان المسبران بشغف كبير، وأكدت بايونير-10 أن كوكب المشترى يشع حرارة ضعف ما يستقبله من الشمس مما يدل على أنه يحتوي على مصدر حراري داخلي، كما أكدت أن مجاله المغناطيسي تصل قوته إلى ألفي ضعف قوة مجال الأرض.

أما رحلة بايونير-11 فقد رصدت حلقات زحل التي لم يرصدها أحد من قريب من قبل (أول من رصدها بالتلسكوب البصري جاليليو في 1609) واكتشفت حلقة جديدة وقمرا جديدا لم يكونا معروفين، كما اكتشفت حقائق أخرى مهمة تتعلق بطبيعة المجال المغناطيسي للكوكب.

رحلة فواياجير Voyager

أكثر ما يلفت النظر في مسبر الفضاء العميق فواياجير حجم الطبق الهوائي الأرضي المستخدم لاستقبال إشارات من هذه المركبة، إذ يبلغ قطر هذا الطبق الموجود في كانبيرا بأستراليا 64 مترا، وهو مايعني أن مساحته تعادل ثلاثة أرباع الفدان تقريبا. والسبب في هذا الحجم الكبير هو ضعف الإشارة المستقبلة من المركبة بعد سفرها مسافة بليون كيلو متر لتصل من

الكوكبين العملاقين المشترى، وزحل.

كان مسبرا الفضاء فواياجير-1 وفواياجير-2 أكبر بكثير في إمكاناتهما من المسبرين السابقين بايونير، فقد كانت مسابر فواياجير مزودة بمولدات للطاقة النووية بطاقة 400 وات نظرا لبعد الكوكبين الكبير عن الشمس مما يجعل الطاقة الشمسية التي يمكن الحصول عليها على هذه المسافة ضئيلة وغير كافية، كما كانت المركبتان قادرتين على اكتشاف أي خطأ في المسار وتصحيحه آليا بالإضافة إلى قدر كبير من الإمكانات التقنية الأخرى.

تم إطلاق مركبتي فواياجير في أغسطس 1977، وبعد عامين تقريبا من السفر في الفضاء بسرعة 52 ألف كيلو متر في الساعة اقتربت المركبة فواياجير-1 من كوكب المشترى بعد مرورها قرب مدار المريخ وعبر حزام الكويكبات. وفي 5 مارس 1979 كانت فواياجير-1 تمر أقرب ما تكون من المشترى على بعد 280 ألف كيلومتر. وفي الواقع بدأت المركبة في إرسال صور مثيرة للإعجاب للكوكب منذ كانت على بعد نحو ستين مليون كيلو متر منه. كانت أهم إنجازات فواياجير هي الصور الرائعة التي بدأت المركبتان إرسالها إلى الأرض بمجرد اقترابهما من الكوكبين، وهي صور لم يسبق أن رأى أحد مثلها لهذين الكوكبين البعيدين.

وبينما استمرت فواياجير-1 في إرسال صور للمشتري وهي تمر به في طريقها إلى زحل، كانت المركبة فواياجير-2، والتي اتخذت مسارا آخر لتتجنب الأحزمة الإشعاعية المحيطة بالكوكب، تقترب من المشترى وترسل صورها هي الأخرى. وبعد مرورهما بالمشترى استخدمت المركبتان جاذبية الكوكب لتساعدهما على الإقلاع في رحلتهما الطويلة نحو زحل حيث وصلتا إليه في نوفمبر 1980 وأغسطس 1981.

وأرسلت المركبتان كما هائلا من المعلومات عن الكوكبين اللذين وصلتا إليهما وعن عالمهما الغريب ونحو 36 ألف صورة للكوكبين وأقمارهما وجوهما. وجدت المركبتان أن سطح المشترى ساخن جدا رغم بعده الهائل عن الشمس، وفحصتا 17 قمرا من أقماره العديدة وبعضها لا يزيد قطره على 20 كيلو مترا. وفحصت فواياجير-2 حلقات زحل ووجدتها مكونة من بلايين الجزيئات الصغيرة من الثلج والغبار.

ولم تتوقف فواياجير-2 عند زحل إذ استخدمت جاذبيته لتضع نفسها

على مسار نحو أورانوس الذي وصلته في 24 يناير 1986 ومرت فوق سحبه على ارتفاع 81 ألف كيلو متر فقط.

وبإعجاز مدهش، وبعد أربع سنوات ونصف السنة من الصمت في رحلتها عبر الفضاء، أعادت فواياجير-2 تشغيل أجهزتها عندما وصلت إلى أورانوس لترسل صورا لم يرها أحد على ظهر الأرض من قبل لهذا العالم الغريب. ومن أورانوس إلى نبتون الذي وصلت إليه في 24 أغسطس 1989 أرسلت المركبة صورا رائعة لتعرض على شاشات التليفزيون، وتملأ صفحات المجلات الملونة.

كانت تلك أعوام الدهشة والإعجاب، فهاهو عالم غريب وبعيد جدا تعرض صوره على شاشات التليفزيون واضحة نقية، ملونة، ورائعة. كانت تلك أعوام استكشاف الفضاء وأعماق المجموعة الشمسية، وحتى لو لم يكن الإنسان جزءا من المنظومة العلمية التي تستطيع أن تقدر قيمة المعلومات التي أرسلتها تلك المسابر عن مجموعتنا الشمسية فيكفي أن يكون الإنسان جزءا من المنظومة الإنسانية. ولبضع لحظات قصيرة ورائعة كان من حق كل إنسان على كوكب الأرض أن يشعر بأنه جزء من الحلم وأنه يمتلك نصيبا من إنجاز الفضاء.

نصيب البحث العلمي من برامج الفضاء

بالنظر إلى حجم الجهد الذي يبذل في المهام الكونية مثل مارينر وفايكنج ومارس ومن بعدها بايونير وفواياجير يكون من حق الإنسان العادي أن يسأل: ما الذي حققته كل هذه الجهود؟ وهل تستحق حقيقة هذا الإنفاق؟

ومحاولة الإجابة عن ذلك تقتضي أن نمد أعيننا إلى كيفية أداء العلم دوره في الأنظمة الكبيرة، ففي الماضي كانت مهام مثل استكشاف الكون أو المجموعة الشمسية منوطة برجال مثل جاليليو وكوبرنيكوس وكبلر، وكان الواحد منهم يمكن أن يفقد عمله ومكانته وأحيانا حياته دفاعا عن هذا المجهود الفردي النبيل.

وفي عصر العلوم الحديثة، كان لابد من مؤسسات تؤدي دور هذا الفرد الرائد وهذه المؤسسات هي المؤسسات البحثية في الدول المتقدمة والتي تمول بجزء من ميزانية الفضاء ويترك لعلمائها تحديد المهام والأولويات

التي تتفق فيها هذه الاعتمادات، ومهمة مثل مارينر لاستكشاف كواكب المجموعة الشمسية تقع في مثل هذا النطاق.

إذ إنه مع التسليم بأن جزءا حاكما من أهداف البرنامج الفضائي ككل تمليه الاعتبارات السياسية والعسكرية (والأمثلة عليه تتوافر على الجانبين) فإن برنامجا لاستكشاف الكواكب البعيدة لا يبدو أن له عائدا عسكريا وإستراتيجيا كافيا لدفعه إلى أعلى قائمة الأولويات، إلا إذا اعتبرنا أن الهيبة السياسية والعلمية ذاتها هي السبب وهي ليست كافية لتحقيق اعتمادات كبيرة. كما أننا قد نتصور أهدافا عسكرية للصعود إلى القمر، وبالتأكيد للدوران حول الأرض ووضع أقمار صناعية في الفضاء، إلا أنه من الصعب تصور أهداف عسكرية مباشرة لتصوير المريخ مثلا.

لذلك لابد لنا أن نبحث عن السبب في مكان آخر، وهذا المكان وهذا السبب هو استبدال دور المؤسسات العلمية الرائدة بدور الفرد العالم الرائد، وهذه المؤسسات تقف بعلمائها وفنييها أمام اللجان الإستراتيجية والمالية التي تملك زمام الاعتمادات لتقنع مسؤوليها (الذين يصعب عادة إقناعهم بضرورة الإنفاق على قياس المجال المغناطيسي لعطارد) بتخصيص جزء من ميزانية البحث العلمي لهذا الهدف.

وهؤلاء السياسيون والماليون والذين يفهمون عادة لغة الأرقام والأصوات الانتخابية أكثر مما يفهمون الحاجة إلى سبر أعماق الكون واستجلاء كنه أسراره، يسلمون بضرورة إعطاء العلماء قدرا محدودا من الحرية في استكشاف ومتابعة الأفكار التي تراودهم كجزء من مسؤولية المجتمع.

من ناحية أخرى فإن العلماء -عن طريق أجهزة الإعلام العلمي والجمعيات العلمية- عليهم أن يؤثروا في الرأي العام ويشرحوا له أهمية هذه المشروعات العلمية والتي قد تبدو بعيدة عن الاهتمام المباشر لرجل الشارع المشغول - في كل المجتمعات- بشؤون عمله ومنزله وتدبير احتياجاته. وبقدر نجاح هؤلاء العلماء في الوصول إلى الرأي العام بقدر ما تكون درجة استجابة السياسيين في الغرف المغلقة لطلباتهم.

على أن تحقيق مثل هذا الاهتمام يكون عادة أسهل في ظل وجود حافز قومي تجمع عليه الأمة، حيث يكون الشعب أقرب إلى فهم التضحيات وترتيب الأولويات وهو ما كان متحققا في فترة الزخم الفضائي في الستينيات

عندما كان كل من الفريقين يسعى إلى تحقيق سبق على الآخر سواء كان ذلك في الوصول إلى القمر أو المريخ أو النزول على كوكب الزهرة، ولذلك اكتسبت المهام العلمية بعدا وطنيا لم تستطع أن تحققه بعد ذلك في التسعينيات عندما كانت المهام تخطط في ظل انتهاء الحرب الباردة.

والخلاصة هنا أن مهام استكشاف الكون كانت في الواقع جزءا من سباق الفضاء الكبير الذي اكتسب بعدا سياسيا وقوميا في الدولتين الكبيرتين سهل تخصيص الموارد له بدعم شعبي موات، واستفاد العلماء من هذه الفرصة فوضعوا التجارب العلمية وصمموا المهام الفضائية البعيدة دون اعتبار كبير للتكلفة.

إلا أننا لا يجب أن نغفل أن هناك عائدا ملموسا ومباشرا لعلوم الفضاء وتقنياتها، ونحن نلمس هذا العائد الملموس والمباشر في تقنيات الليزر واستخداماته الصناعية والطبية والتي لم تكن ممكنة لولا تطوير هذه التقنية من خلال برنامج الفضاء، ثم هناك تقنيات الاتصال والملاحة والاستشعار والمسح الفضائي والذي يكشف عن موارد مخبأة على كوكب الأرض ويحذر من كوارث متوقعة.

ولا شك في أن هذا العائد التقني هو أكثر مباشرة واستخداما من العائد العلمي النظري، غير أنه يمكن القول إن هناك شبه اتفاق غير مكتوب على أن تنفق التقنيات المنتجة بنسبة ما على العلوم النظرية غير المنتجة إنتاجا مباشرا، وقد تعتبر نسبة 10-20٪ نسبة مقبولة في الدول التي تقود مسيرة البحث العلمي، كما أنه من المعروف في الدورة العلمية تحول العائد العلمي النظري، كالتحقق من نظرية أو فرضية أو اكتساب معرفة أكبر بكوكب أو ظاهرة، باستمرار وبشكل طردي إلى تطبيقات تقنية.

إن علينا أن نضع قائمة بأهداف وإنجازات برنامج مارينر في إطار ما سبق أن أوضحنا، وهذه الإنجازات هي:

أهداف وإنجازات رئيسية:

1- إثبات إمكان الوصول إلى الكواكب القريبة سواء بمركبات مأهولة أو غير مأهولة.

2- التحقق من فرضية الحياة على أي من كوكبي المريخ والزهرة.

3- قياس الخصائص الفيزيائية للكواكب وطبيعة سطحها وجوها . ومن النتائج المهمة معرفة أن درجة حرارة سطح الزهرة تصل إلى 400ْ مئوية وأن جو المريخ يتكون من نسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون.

4- تكوين صورة متكاملة عن المجموعة الشمسية وتأثير ذلك في فهم نظريات أصل المجموعة.

إنجازات فرعية:

1- إثبات إمكان استخدام المجال الجاذبي لكوكب لدفع المركبة مسافات أبعد خلال الفضاء.

2- استخدام الرياح الشمسية في دفع المركبة الفضائية.

3- قياس خصائص كوكب عطارد.

هوامش ومراجع

(الباب الرابع)

الفصل الأول

(1) الكواكب: دكتور محمد يوسف حسن-دائرة معارف الشعب ص (122-130) مطابع الشعب بالقاهرة، 1960.

(2) المرجع السابق ص 128

(3) المرجع السابق

الفصل الثاني

(1) كارل ساجان: الكون-طبع في سلسلة عالم المعرفة، ترجمة نافع أيوب لبس، رقم 178، أكتوبر 1993.

(2) المرجع السابق.

الفصل الرابع

(1) ذكر لي هذه القصة شقيقي المهندس عمرو عرجون عن بعض قراءاته في الآداب القديمة.

الفصل الخامس

(1) كارل ساجان: الكون ص: 130-131.

الفصل السادس

على الرغم من أن كوكب الزهرة هو أقرب الكواكب إلى الأرض فإنه وقبل وصول الإنسان إليه في عصر الفضاء لم يكن يعرف عنه الكثير بسبب إحاطته بغلاف دائم من السحب يحجب رؤية سطحه تماما. ومدار الزهرة أقرب إلى الشمس من الأرض وهي تقع بين عطارد والأرض ويبلغ متوسط المسافة بين مدارها ومدار الأرض 42 مليون كيلومتر.

الباب الخامس
استيطان الفضاء
المحطات المدارية

إذا سألت شخصا عاديا عما يتبادر إلى ذهنه إذا جاء ذكر الفضاء فإن هناك احتمالا كبيرا أن يكون أول مايرد بخاطره هو استيطان الفضاء، فقد ارتبط حلم الإنسان بالفضاء بالمحطات الفضائية -من خلال أفلام وقصص الخيال العلمي- أكثر مما ارتبط بالإنجازات الفضائية المحققة مثل أقمار الاتصالات أو الاستشعار الفضائي أو البث التليفزيوني، فكل هذه الإنجازات لها مثيل أرضي وبالتالي لا تنتمي بكليتها إلى عصر الفضاء، أما استيطان الفضاء فله هذا السحر الفضائي حقا.

وليس من قبيل المصادفة إذن أن يكون المسلسل التليفزيوني Star Treck أو «درب النجوم» أنجح مسلسل تليفزيوني أنتج على الإطلاق، وهو مسلسل يدور كله في الفضاء على متن مركبة فضائية متقدمة يسافر طاقمها بين الكواكب والمحطات ويقابل مواقف فضائية مثيرة وحضارات متقدمة مسالمة أو معادية.

ولذا كان من الطبيعي بعد أن أصبح حلم الإنسان في الخروج إلى الفضاء حقيقة واقعة أن تكون هناك محطات فضائية يعيش فيها الإنسان مددا طويلة ويمارس فيها حياة «فضائية» عادية كنواة لبناء مستوطنات فضائية دائمة.

وتعتبر روسيا هي الدولة الأولى في مجال استيطان الفضاء. فقد ركز السوفييت جهودهم في هذا الاتجاه منذ 1970 معتمدين على مركبات ذات موثوقية عالية تحمل الرواد والإمدادات بشكل شبه روتيني من وإلى محطات فضائية تبقى في مدار قريب من الأرض لمدد طويلة. وقد مر استيطان الفضاء بعدة مراحل أساسية تطورت فيها تقنيات ومدد البقاء في الفضاء ويمكن تقسيم هذه المراحل على النحو الآتي:

كانت المرحلة الأولى هي المحطة الفضائية السوفييتية ساليوت التي أطلق الجيل الأول منها بين 1971-1976. ثم جاءت المحطة الأمريكية سكاي لاب والتي أطلقت في 1973 واستمرت حتى 1974. ثم كان الجيل الثاني من ساليوت بين 1978-1982 وأخيرا أطلقت محطة الفضاء الروسية «مير» في 1986 ولا تزال تمارس عملها في الفضاء ويسافر الرواد منها وإليها بصفة منتظمة حتى الآن وهناك برامج لإطلاق محطة فضائية دولية في عام 1997.

المحطة السوفييتية ساليوت والمركبة سويوز

وتعتبر السفينة سويوز SOYUZ أو «الاتحاد» باللغة الروسية والمحطة ساليوت هما أساس البرنامج السوفييتي للفضاء المأهول، وقد صممت «سويوز» كمركبة خدمة للمحطات المدارية التي كان السوفييت يزمعون إطلاقها. وخلال الفترة من 1967 إلى 1969 أطلق الاتحاد السوفييتي عددا من هذه المركبات بمهام متعددة يتصل معظمها بالالتقاء والالتحام بمركبات أخرى تمهيدا للالتحام بالمحطة المدارية.

وفي 19 أبريل 1971 أطلق الاتحاد السوفييتي أول محطة مدارية وهي المحطة (ساليوت-1) وبعدها بأربعة أيام أطلقت المركبة سويوز- 10 التي التحمت بالمحطة فيما أصبح منذ ذلك الحين وحتي الآن جهدا متصلا وناجحا في بناء وإطلاق المحطات المدارية والسفر إليها والبقاء فيها مددا قياسية.

ورغم توقف برنامج سويوز لمدة عامين نتيجة كارثة فضائية أصابت رواد الكبسولة سويوز-11 خلال عودتهم، فقد استمر الاتحاد السوفييتي في برنامجه للمحطات المدارية وعدلت المركبة سويوز لتستمر في أداء مهمتها كمركبة النقل الفضائية الرئيسية. وخلال السبعينيات حقق الاتحاد السوفييتي نحو ثلاثة وعشرين إطلاقا لمركبات سويوز بدءا من سويوز-12 إلى سويوز-34، وكلها حملت روادا أو معدات للمحطات المدارية التي أطلقها الاتحاد السوفييتي في الفترة نفسها وهي ساليوت-3 إلى ساليوت-5.

وتمثل محطات ساليوت التي أطلقت بين عامي 1971 و1976 الجيل الأول من المحطات السوفييتية وكان حجمها نحو 100 متر مكعب وتزن 26 طنا عندما تكون الكبسولة سويوز ملتحمة بها، وكان هذا الالتحام يتم عن طريق بوابة في مقدمة المحطة.

وفي سبتمبر 1977 ظهر الجيل الثاني من هذه المحطات عندما أطلق الاتحاد السوفييتي ساليوت-6 بتصميم متطور عن الجيل الأول، وأتاح هذا التصميم قيام مركبتين بزيارة ساليوت-6 في وقت واحد مما يعني أنه بينما تكون المركبة التي حملت الرواد إلى المحطة لا تزال ملتصقة بها فإن مركبة أخرى تحمل الإمدادات والتموين يمكنها الوصول إلى المركبة والالتحام بها. وأدى هذا بطبيعة الحال -إلى جانب تعديلات أخرى- إلى إطالة فترة إقامة

الرواد على متن المحطة الفضائية. وقد بلغت مدة إقامة الرواد في ساليوت-6 ستة وتسعين يوما، واستمرت هذه المدة في الارتفاع مع إطلاق محطات جديدة فتعاقبت أطقم متعددة استمرت في الفضاء فترات تراوحت بين شهرين ونصف الشهر وبين ثمانية شهور.

ولتسهيل عمليات النقل والإمدادات صمم السوفييت المركبة «بروجرس»، وهي مركبة معدلة من سويوز ويمكن توجيهها من الأرض وبعد التحامها بالمحطة الفضائية تستطيع تفريغ الوقود والسوائل دون مساعدة من رواد الفضاء. ولا تزال المركبة بروجرس هي الوسيلة الأساسية لتزويد محطات الفضاء الروسية بالمؤن والأجهزة والبريد، ولذلك يطلق عليها اسم «شاحنات الفضاء. وهي ذاتية الحركة تعمل دون رواد.

وخلال مدة إقامتهم الطويلة كان الرواد يقضون وقتهم في إجراء بعض التجارب العلمية مثل لحام بعض المعادن في ظروف انعدام الجاذبية وهي تقنية كان لابد من التدرب عليها لأهميتها في أعمال الصيانة التي من المتوقع أن تنشأ في ظل الإقامة الطويلة، كما أجرى الرواد بعض العمليات الصناعية لإنتاج بلورات عالية النقاوة من مواد نادرة. ولكن أكثر ما أثار الاهتمام في هذه الرحلات الطويلة هو مدى تأقلم الأنسان على الحياة الطويلة في الفضاء، وقد ظهر من التجربة أن الإنسان يتأقلم جيدا مع ظروف الفضاء وأنه يمكن إطالة المدة على ذلك دون الخشية من نتائج سيئة في أداء الإنسان أو أجهزته أو وظائف جسده الطبيعية.

محطة الفضاء الأمريكية «سكاي لاب»

بعد انتهاء برنامج أبوللو رأت ناسا أن الاتحاد السوفييتي لديه برنامج قوي لبناء محطات مدارية بينما يخلو البرنامج الأمريكي، الذي كان مركزا على الهبوط على القمر، من مثل هذه المحطات، وهكذا نشأت فكرة معمل الفضاء الأمريكي «سكاي لاب». وعلى العكس من المحطات المدارية السوفييتية التي كانت جزءا من خطة طويلة المدى لوضع أجزاء متكاملة من محطات مدارية تستكمل على مدى عدة سنوات ويتم تزويدها بخطوط تموين وإمداد منتظمة عن طريق مركبات فضائية ذات اعتمادية عالية، فإن البرنامج الأمريكي عمد إلى عدم تكرار الإطلاق وجعل معمل سكاي لاب

صالحا لاستقبال ثلاثة أطقم من الرواد خلال عام 1973 إليها لقضاء فترات متفاوتة لم تزد أطولها على 84 يوما.

وفي الواقع أن فكرة إنشاء محطة فضائية أمريكية لم تأخذ مكانها من برنامج الفضاء الأمريكي إلا في مشروع المحطة المدارية «فريدوم ـ الحرية» والذي مر بسلسلة من التخفيضات المالية وإعادة التصميم حتى استقر على صورة مخفضة هي المحطة «ألفا» والتي سيبدأ إطلاق مكوناتها في 1997 بمشاركة دولية.

كان المعمل الفضائي سكاي لاب يتكون من اسطوانة يبلغ ارتفاعها 15 مترا وقطرها 6,6 أمتار مقسمة إلى غرفتين: غرفة إعاشة سفلية وتضم ثلاث قمرات صغيرة للرواد وغرفة للتدريبات الرياضية وحماما ومطبخا، بينما خصصت الغرفة العلوية للتجارب العلمية، ويتصل بالمعمل من أعلى بوابة محكمة بطول 5,5 أمتار وقطر 3,5 أمتار يمكن للرواد الخروج منها لإجراء عمليات السير في الفضاء. ويتصل بالبوابة من الناحية الأخرى وحدة التحام يتصل بها تلسكوب فضائي ضخم. ويحصل المعمل الفضائي على طاقته الكهربية من لوحين شمسيين كبيرين على جانبي الوحدة الرئيسية، بينما يحصل التلسكوب الفضائي المتصل به على طاقته من أربعة ألواح شمسية تتصل به فيما يشبه شكل الطاحونة الهوائية.

وفي صورته المدارية كان معمل الفضاء يشبه منزلا صغيرا في المدار إذ بلغ حجمه الداخلي 330 مترا مكعبا ووزنه نحو 75 طنا، وبذلك كان في الواقع أكبر جسم وضعه الإنسان في المدار.

وكان تصميم معمل الفضاء يقضي بأن يتم إطلاق المعمل دون رواد وبه المواد والملابس اللازمة أولا ثم يصل إليه الرواد بسفينة أبوللو وينقلون إليه عبر أنبوب بعد الالتحام، وكان هذا من حسن الحظ إذ إن المعمل قابل عددا من الصعوبات عند الإطلاق مما أدى إلى الحد من قدرته على أداء مهامه المخططة. وكان من بين هذه الصعوبات أنه بعد الإطلاق تمزق جزء من الدرع الواقي من الحرارة المحيط بجسم المعمل فارتفعت الحرارة بالداخل، وانخفضت الطاقة الكهربية المتولدة بالداخل، وانخفضت الطاقة الكهربية المتولدة داخل المعمل لعدم انبساط أحد جناحي المعمل، ففكر علماء «ناسا» في قيام الطاقم الأول بنشر مظلة فوق الزر العاري مساحتها (24x22) قدما

فانخفضت الحرارة إلى 32°م كما تمكنوا من فك اللوحة الشمسية المضمومة لتعود القدرة الكهربية إلى قرب معدلها الطبيعي.

وأمكن بعد هذه الإصلاحات الطارئة التي تمت في الفضاء وبأدوات بسيطة ودون سابق إعداد إعادة المعمل للعمل حيث استمر الرواد فيه لمدة 28 يوما، وقضى الطاقم الثاني من الرواد 56 يوما في الفضاء. أما الطاقم الثالث فقضى 84 يوما من 16 نوفمبر 1973 حتى 8 فبراير 1974 وهو أكبر رقم قضاه أمريكي في الفضاء.

واستمر معمل الفضاء الأمريكي في المدار حتى عام 1979 عندما دخل الغلاف الجوي للأرض في 11 يوليو 1979 وسقطت معظم أجزائه المحترقة في المحيط الهندي.

المحطة الفضائية «مير»

تمثل المحطة الفضائية «مير» الجيل الثالث من محطات الفضاء السوفييتية، وهي محطة متطورة ومزودة بوسائل متقدمة للإعاشةوالاتصال، وقد أطلقت هذه المحطة في فبراير 1986 ولا تزال تعمل بكفاءة بعد أكثر من تسعة أعوام، وتتكون المحطة «مير» من وحدة رئيسية تستخدم للإعاشة والتحكم وتتصل بها وحدات منفصلة للتجارب العملية التي يتم إجراؤها في الفضاء. وفي مقدمة الوحدة الرئيسية توجد وحدة استقبال ذات خمس بوابات، وتستخدم البوابة الرئيسية لاستقبال السفينة «سويوز»، بينما تستخدم البوابات الأربع الأخرى، وهي متعامدة على محور المحطة، لتركيب الوحدات الخاصة بالتجارب العلمية لالتحام شاحنات الفضاء من طراز بروجرب حاملة المؤن والعتاد والبريد. وتتكون وحدة العمل والإعاشة الرئيسية من غرفتين اسطوانيتين تحتوي الأمامية منهما وقطرها 2,9 متر على كابينة -أو غرفة- القيادة التي تشغل منها المحطة والثانية على غرفة الإعاشة.

وتثير غرفة القيادة وكيفية العمل فيها إحدى المشاكل الفريدة في الفضاء، وهي كيف «يجلس» رواد المحطة لقيادتها. وحتى ندرك أبعاد هذه المشكلة علينا أن نتذكر أن الإنسان يجلس على كوكب الأرض بفعل الجاذبية ولكي «يجلس» في الفضاء يجب ربطه إلى الكرسي. ولذلك فالكراسي في «مير» ليست أكثر من هيكل معدني بسيط يربط إليه رواد الفضاء أنفسهم عند

تشغيل المحطة حتى لا يطفوا في الفراغ بعيدا عن الأزرار والعدادات. وعلى جانبي وحدة العمل الرئيسية نجد جناحين شمسيين كبيرين مثبتين (بمساحة كلية 76 مترا مربعا) لتزويد المحطة باحتياجاتها من الكهرباء.

ويلي غرفة العمل غرفة الإعاشة وهي أكبر في الحجم ويصل قطرها إلى 4,2 أمتار، وهو عرض غرفة أرضية متوسطة، وتحتوي على كابينتين صغيرتين مخصصتين لأفراد الطاقم حيث يستطيع كل منهما أن ينام أو يعمل أو يستريح، وتحتوي غرفة الإعاشة أيضا على أدوات للرياضة (عجلة لتنشيط الدورة الدموية) وطاولة عمل وحوض للاغتسال وحمام.

ومن الطريف هنا أن نلاحظ أن كثيرا من الأمور التي لا تستلفت الانتباه على كوكب الأرض تستحق شيئا من التدبر في الفضاء. ومن أمثلة ذلك كيفية النوم. فعلى الأرض عادة مايستلقي الإنسان على سرير أو على «أرضية» الغرفة وعادة ما يقضي بعض الوقت محدقا في «السقف». وفي الفضاء ليس هناك تحت أو فوق، وليس هناك شرق وغرب، وكل الاتجاهات تتساوى، بل في الواقع ليس هناك اتجاهات أصلا، كما أنه ليس هناك -في غياب الجاذبية- أي ميزة للاستلقاء على الأرض، وليس هذا الوضع بأكثر راحة من النوم في الوضع «واقفا»، ولذلك فإن غرفتي النوم في «مير» تتكونان من كيسين للنوم مثبتين رأسيا إلى الحائط.

على أنه من المهم من الناحية النفسية أن يعطى الرواد بعض نقط الارتكاز ليبنوا عليها إحساسهم بالمكان، ولذلك تطلى جوانب غرفة الإعاشة بألوان مختلفة لتعطي الإحساس بالأرضية والجوانب والسقف. وفي الفضاء فإن هناك بعض المشكلات التي تتطلب عناية خاصة ومن أهم هذه المشكلات التخلص من الفضلات. وقد استطاع الروس ابتكار جهاز تحمله المحطة مير لتحويل «عرق» الرواد إلى ماء صالح للشرب، ولا شك في أن جهازا كهذا سيكون له تطبيقات أرضية عظيمة إذ يمكن أن ينقذ حياة مرتادي الصحاري الذين ينفد منهم الماء، كما أمكن استخدام «بول» الرواد كوقود للجهاز الذي ينتج الأكسوجين للتنفس.

ويعتمد نجاح البرنامج الفضائي الروسي أيضا على وجود عدد من القاذفات المختبرة على مدى أكثر من أربعين عاما والجديرة بالثقة. ولدى الروس عشرة أنواع معروفة من قاذفات الإطلاق تنتمي جذور ستة منها إلى

عصر الصواريخ الباليستية السوفييتية[1]، ونادرا ما يحيل الروس إلى التقاعد مركبة إطلاق ناجحة، لذلك فإن لديهم خبرة تراكمية واسعة في مركبات الإطلاق، وأهم هذه القاذفات حاليا هو القاذف بروتون والذي يرمز إليه في سلسلة القاذفات الروسية بالرمز SL-13.. ويستطيع هذا القاذف الضخم رفع حمولة قدرها 20 طنا إلى مدار أرضي منخفض ويستخدم لوضع وحدات المحطة الأرضية في مدارها. أما القاذف «سويوز SL-4» (والذي يحمل المركبة بالاسم نفسه إلى المحطة الفضائية مير) فهو القاذف الرئيسي لبرنامج الفضاء السوفييتي منذ بدايته، وقد أطلق منه منذ عام 1964 ما يزيد على 900 صاروخ، ويستطيع رفع حمولة قدرها سبعة أطنان ونصف الطن إلى مدار أرضي منخفض.

على أي الأحوال فقد استطاع الاتحاد السوفييتي أن يقدم في محطة الفضاء «مير» بعناصرها الثلاثة: محطة الفضاء ومركبة النقل سويوز ومركبة الإمداد بروجرس برنامجا ناجحا ومجربا للاستيطان في الفضاء، واستطاع هذا البرنامج الفضائي أن يتجاوز انهيار الاتحاد السوفييتي ويستمر مع الدولة الوريثة روسيا دون أن يتأثر بهزات التغير الكبير.

وجذب نجاح محطة الفضاء مير ورغبة روسيا في التعاون الدولي في هذا المجال بعض الشركاء الدوليين إلى الاستفادة من المحطة في برامج فضائية أخرى، ومن أمثلة ذلك إطلاق قمر ألماني صغير من مير في أبريل 1995 لقياس مجال الجاذبية الأرضي، وقد نقل هذا القمر الذي يزن 20 كيلوجراما إلى محطة الفضاء على متن المركبة ذاتية الحركة «بروجرس» التي حملت بالإضافة إلى القمر 400 كيلوجرام من الطعام و500 كيلو جرام من الوقود اللازم لإجراء المناورات (لا يتطلب دوران المحطة في مدارها أي وقود).

وجذب هذا النجاح الولايات المتحدة التي رأت أنها تستطيع، بالتعاون مع روسيا، أن تقلل من تكاليف برنامجها الفضائي بالاعتماد على المحطة الروسية مير. وبذلك بدأ برنامج مكثف للتعاون بين المتنافسين اللدودين يقضي بأن يستضيف الروس رواد فضاء أمريكيين على ظهر مير لإجراء تجارب علمية، وتطلب هذا إعداد وسائل السفر والتوفيق بين النظامين الأمريكي والروسي في الفضاء حتى يمكن إجراء مناورات الالتحام وانتقال

الرواد ومواجهة أي طوارىء قد تحدث.

وتطلب هذا، بطبيعة الحال، قدرا غير مسبوق من التعاون ومكاشفة كاملة بالنسبة للتفاصيل الفنية. وفي 16 مارس من عام 1995 وصل رائد الفضاء الأمريكي نورمان ثاجارد إلى مير ليبقى على متنها حتي شهر يونيو ليعود إلى الأرض على متن مكوك الفضاء الأمريكي «أتلانتيس» محطما بذلك الرقم القياسي لبقاء الأمريكيين في الفضاء وهو 84 يوما، ويبدو هذا الرقم هزيلا بجوار الأرقام التي سجلها الروس في برنامجهم لاستيطان الفضاء والذي سجل فيه أحد روادهم (فاليري بولياكوف) 438 يوما.

وتقضي المرحلة الأولى من التعاون الروسي ـ الأمريكي في استيطان الفضاء ببقاء عدة رواد أمريكيين على متن مير لمدد متفاوتة وإجراء تجارب مشتركة. وتستمر هذه المرحلة حتى سبتمبر 1997، بينما تقضي المرحلة الثانية بالتعاون في محطة فضائية عالمية هي المحطة «الفا» بالاشتراك مع أوروبا واليابان وكندا، ويبدأ إطلاق أول مكونات تلك المحطة في الفضاء في 1998. ومن المتوقع عندئذ وعندما تصل المحطة الدولية «ألفا» إلى مرحلة التشغيل في نهاية عام 1998 فإن «مير» سوف تحال إلى التقاعد بعد سجل مجيد حقا لمدة اثني عشر عاما في خدمة هدف إنساني عظيم.

المحطة الفضائية الدولية

بدأت فكرة إقامة محطة فضائية أمريكية في عام 1984، وسميت «فريدوم-الحرية». وكانت ناسا تعلق عليها آمالا كبارا باعتبارها أهم مشروع فضائي لعقد التسعينيات. لكن حادث انفجار المكوك تشالينجر في عام 1986 أدى إلى إجراء مراجعة شاملة للمحطة حيث كانت تعتمد في بنائها على الرحلات المكوكية. ومنذ ذلك الحين لم يستعد مشروع المحطة عافيته، بل تعرض لأعاصير أخرى من التغييرات التي أحدثها تغير أولويات الولايات المتحدة في الفضاء بعد انهيار الاتحاد السوفييتي وتغير المناخ الدولي.

وفي عام 1993 طالب الرئيس الأمريكي كلينتون «ناسا» بمراجعة المشروع الذي كانت تكلفته قد تضخمت من 3 مليارات دولار إلى 10 مليارات فرفض تمويلها الكونجرس وفي سبتمبر 1993 تفاوضت ناسا على الاتحاد السوفييتي على عمل فضائي مشترك.

والواقع أن اشتراك روسيا في بناء المحطة الفضائية كان صفقة رابحة للولايات المتحدة وشركائها الدوليين، فلدى روسيا رصيد عميق من الخبرة في مجال بناء وصيانة وإمداد المحطات الفضائية، ويكفي أن المحطة الفضائية الروسية «مير-1» والتي أطلقت في 1986 سوف تظل تستخدم في المدار حتى 1998 ومازالت (مير-2) في الفضاء حتى الآن.

وفي عام 1994 وافق الكونجرس الأمريكي على تمويل المحطة الجديدة بواقع 2,1 بليون دولار سنويا. واستقرت ناسا وشركاؤها على تصميم المحطة، وبدا أن المشروع في طريقه أخيرا إلى الانطلاق، ويقضي التصميم الجديد باستخدام محطة الفضاء الروسية مير كوحدة مركزية في المحطة الجديدة تبني حولها بقية الأجزاء، وتتكون المحطة من ثمانية وحدات مكيفة الضغط يمكن للطاقم الفضائي أن يعيش وأن يعمل فيها، وتتصل هذه الوحدات بهيكل معدني طويل كما يتصل بالمحطة نظام شمسي للقدرة الكهربية وذراع آلية لإصلاح الأعطال الخارجية. ويبلغ طول المحطة في شكلها الجديد نحو 100 متر بعرض 120 مترا، ويمكن لها أن تستقبل ستة رواد فضاء في وقت واحد، وسوف تطلق معظم مكونات المحطة من قاعدة إطلاق روسية.

ويقضي نظام بناء المحطة بالبدء في نوفمبر 1997 بإطلاق وحدة روسية تسمى «وحدة القدرة» وهي الوحدة التي ستزود بقية المحطة بقوة الدفع اللازمة للمناورات، ثم تتبعها وحدة روسية أخرى تضم عدة مقابس لالتحام الوحدات القادمة. وسوف ترسل روسيا أربعة أجزاء أخرى من المحطة في السنة الأولى، وتشمل هذه الأجزاء مركبة محسنة من طراز سويوز للطوارىء والإنقاذ ومعملا مكيف الضغط مبنيا على طراز المحطة مير-1 الموجودة حاليا في المدار.

أما الولايات المتحدة فيبدأ إسهامها الرئيسي بعد ذلك حيث من المقرر أن ترسل في نوفمبر 1998 معملا مكيف الضغط كما ترسل أجزاء من هيكل المحطة المعدني، وفي السنة التالية سوف ترسل عدة أجزاء أخرى في ست رحلات على متن مكوك الفضاء الأمريكي، وتبدأ مساهمة اليابان في عام 2000 وتتكون من معمل فضائي مكيف الضغط وحاوية للإمداد ومنصة خارجية للعمل، أما وكالة الفضاء الأوروبية فيتم إطلاق المكونات التي تساهم بها في عام 2001.

وتحصل روسيا مقابل إسهاماتها هذه على مبلغ 400 مليون دولار بالإضافة إلى مبالغ أخرى تدفع مباشرة للهيئات الروسية المشتركة في التصميم بمقتضى عقود منفصلة، وهو مبلغ زهيد، كما هو واضح، بالقياس إلى أن المحطة مبنية في الواقع على أساس المحطة الروسية مير، كما أنها تستعمل مركبات الإطلاق الروسية، وبالنظر إلى أن الميزانية الكلية للمحطة تبلغ 17,5 بليون دولار. غير أن روسيا ليست في موقع يمكنها من الرفض نظرا للظروف الاقتصادية التي تمر بها والتي تهدد برنامجها الفضائي كله بالعجز في التمويل.

ومن المنتظر أن يتم بناء المحطة تدريجيا على مدى السنوات الخمس: 1997-2001. وسوف تتطلب هذه العملية نحو 90 عملية إطلاق يستخدم فيها معظم قاذفات الإطلاق المتاحة للدول المشتركة، ويتوقع أن يشمل ذلك 57 إطلاقا للقاذفات الروسية بروتون (حمولة 20000 كيلو جرام إلى مدار أرضي) وسويوز (7500 كيلو جرام) وزينيت (13750 كيلو جرام) وعددا من الإطلاقات للقاذف آريان الأوروبي (9600 كيلو جرام) للتموين.

وعن استخدام المحطة للتجارب العلمية أو التطبيقات التجارية فإن ذلك سيتم طبقا لإسهام الشركاء في عمليات التصنيع والتجميع وفي تحمل تكلفة المحطة، ويبدو أن من صورة العمل في المحطة أنه بعد عشر سنوات من الاختلاف والمراجعة فإن ناسا لديها أخيرا صيغة ناجحة لتجميع محطة فضائية عالمية متاحة لجميع الدول ويشارك فيها أكبر عدد من الدول الفضائية، وهو ما كان يجب منذ البداية.

البحوث البيولوجية والفيزيائية في الفضاء

قبل بزوغ عصر الفضاء كان الحديث عن عالم دون جاذبية ضربا من الخيال العلمي ورجما بالغيب، إذ لم يكن أحد من بني البشر قد عايش هذه التجربة ليحكي عنها، كما لم يكن هناك اهتمام علمي بالظاهرة إذ لم يكن هناك ما ينبىء أن هناك احتياجا إلى مثل هذه الأبحاث. إلا أن هذا الموقف تغير إلى النقيض تماما بعدما أصبح واضحا أن الإنسان في طريقه إلى الصعود إلى الفضاء وأصبح التساؤل عن كيفية تأثره وتكيفه مع ظروف انعدام الجاذبية أكثر من مجرد سؤال أكاديمي، بل هو أساس نجاح الإنسان

في غزو هذا الميدان الجديد.

ونحن نتعامل مع الجاذبية الأرضية كحقيقة واقعة لا نلتفت إليها كثيرا في حياتنا اليومية، ومع ذلك فالواقع أنها إحدى أكثر القوى غموضا في الطبيعة، وهي في الوقت نفسه أكثرها تأثيرا في الحياة على وجه الأرض إذ إنها تحكم جميع صور الحركة والنماء والنشاط على ظهر الكوكب، والصور التي تؤثر بها الجاذبية في حياتنا لا يمكن إحصاؤها، ليس فقط لتعددها ولكن أيضا لخفائها أحيانا عن الملاحظة، ولكن الحقيقة أن كل أعضاء الإنسان والكائنات الحية والنبات مكيفة لتتلاءم مع ظروف الجاذبية على ظهر الأرض.

ونحن نظن أننا «نفهم» قوة الجاذبية والواقع أننا لا نعرف شيئا عن لكنها، ومع ذلك فنحن نستطيع أن نحسبها بدقة مذهلة، ويرجع الفضل في ذلك إلى عالم الطبيعة الأكبر إسحق نيوتن وقوانينه لحساب الجاذبية بين الأجسام وهي القوانين التي أعطتنا علما من أكثر العلوم الطبيعية دقة وهو علم الميكانيكا، ونحن نعرف أن الأجسام تجذب بعضها بقوة تتناسب طرديا مع كتلتها وعكسيا مع مربع المسافة بينها، لكننا لا نعرف لماذا، وهو السؤال الذي حاول آينشتين الإجابة عنه في نظرية النسبية العامة، وأعطى نموذجا يشبه الفضاء فيه وسادة من القطيفة وتؤثر فيه الأجسام مثلما تترك كرة البلياردو علامة في هذه الوسادة، وهو ما يسمى مجال الجاذبية حول هذا الجسم.

وليس هذا مجال شرح نظريات الجاذبية، غير أن ما يهمنا هنا هو أنه قبل صعورد الإنسان للفضاء كانت هناك مخاوف كبيرة من المخاطر التي يسببها انعدام الجاذبية على رواد الفضاء، ولحسن الحظ ثبت أن هذه المخاوف مبالغ فيها وأن الفضاء لخارجي وسط رفيق بالإنسان إلى حد يثير الدهشة. وعلى أي الأحوال يكفي القول بأنه بينما كان هذا المجال غير معروف وليس له أي أهمية قبل صعود الإنسان إلى الفضاء، فإن تأثير الجاذبية الضعيفة في أداء الكائنات الحية قد أصبح الآن واحدا من أهم مجالات بحوث الفضاء وأكثرها نشاطا.

ويدخل الاهتمام بتأثيرات ضعف أو انعدام الجاذبية في الإنسان في دائرة مجالين من البحوث: دائرة البحوث الحيوية ودائرة طب الفضاء،

وتهتم البحوث الحيوية بتأثير نقص الجاذبية في الوظائف الحيوية للإنسان وكيفية أداء أعضاء الإنسان وظائفها. بينما يتعلق طب الفضاء بتلافي الآثار الضارة لوجود الإنسان لفترات طويلة أو قصيرة في ظروف انعدام الجاذبية، وأيضا بالاستفادة من ظروف الجاذبية الضعيف في استحداث طرق علاج بعض الأمراض على الأرض.

وتنقسم التغيرات التي تحدث للإنسان من جراء الجاذبية الضعيفة إلى ثلاثة أقسام:

تغيرات في الجهاز العصبي نتيجة تأثر أجهزة الاستشعار في الجسم، ويشبه هذا النوع من التغيرات التغير الذي يحدث إذا ظل الإنسان يدور حول نفسه بسرعة كبيرة حيث يحدث بعد توقفه دوار وفقدان للقدرة العادية على أداء الوظائف، كما أن الإنسان يحس بفقدان التوازن إذا أصيب بخلل في الأذن الداخلية وهي مصدر الشعور بالتوازن، وفي حالة الفضاء تؤدي هذه التأثيرات الفسيولوجية - العصبية إلى مايسمى بدوار الفضاء وهو إحساس يشبه دوار البحر وينتج عنه الشعور بدوار وميل إلى القيء وتكاسل وفقدان للقدرة على الأداء الطبيعي، وتحدث هذه الآثار خلال دقائق من الوجود في مجال نقص الجاذبية، ومن المعروف أن دوار البحر لا يصيب جميع الناس بالدرجة نفسها وأن بعض الناس لديهم مناعة تجاه هذا النوع من الإعياء أكثر من غيرهم تحت الظروف نفسها، وكذلك الأمر بالنسبة لدوار الفضاء، والسبب في ذلك لا يزال غير معروف في الحالتين ويظل موضع بحث في ميدان علوم الفضاء الحيوية.

والنوع الثاني من التغيرات هو تغيرات في الجهاز الدوري نتيجة انتقال قدر من سوائل الجسم من الجزء الأسفل من الجسم إلى الجزء الأعلى. ويحدث ذلك لأن الجسم في ظروف الجاذبية الطبيعية على الأرض يحتفظ في الأرجل بكمية من الدم (0,7 لتر في المتوسط) وكمية أخرى من الماء (1,5 لتر) وتبقى هذه الكمية تحت تأثير الجاذبية في الأوعية الدموية والأنسجة والمسافات البينية. وعندما يتعرض الإنسان لانعدام الجاذبية لفترات طويلة نسبيا (ساعات إلى أيام، وهي المدة التي استغرقتها الرحلات الأولي في بداية عصر الفضاء) فإن هذه السوائل تنتقل من الأرجل إلى الجزء العلوي من الجسم وتتجمع في أنسجته. ومن التأثيرات الطريفة -

وربما المفيدة- لهذا التحول ما لاحظه العلماء من أن رواد الفضاء يبدون في صورهم الملتقطة خلال الرحلات الفضائية «أصغر» بعدة سنوات، وعزي هذا التغير (المؤقت) إلى احتفاظ أنسجة الوجه بالسوائل بصورة أكبر، ومن المعروف أن وجود السوائل في أنسجة الوجه يؤدي إلى احتفاظه بنضارته واختفاء التجاعيد منه وهو أساس بعض العلاجات التجميلية التي تتم الآن.

وتحول السوائل له تأثير آخر، فمن إبداع الله في خلقه أن أوعية القلب بها مستشعرات تقيس كمية الدم في الجسم وتحتفظ بها عند قدر معين نحو خمسة لترات، وعندما تزيد هذه الكمية نتيجة شرب لتر من الماء مثلا فإن هذه الأوعية تتمدد فترسل المستشعرات إشارة إلى الكلى لإخراج كمية مماثلة من الماء ليحتفظ الجسم بكمية السوائل نفسها.

وهذه الدورة هي إحدى دورات التحكم التلقائي في وظائف الجسم والتي هي من المعجزات الإلهية البديعة في خلق الإنسان، ومن أمثلتها الأخرى دورة الاحتفاظ بدرجة الحرارة عند 37 درجة مئوية بصرف النظر عن الحرارة الخارجية، ودورة الاحتفاظ بمستوى السكر في الدم، ودوراً حفظ التوازن في وضعي الوقوف والمشي والتي تعتمد على مستشعرات من العين والأذن الداخلية. ومازال الإنسان يكتشف هذه الدورات المعجزة وبعضها قد لا يتنبه لأهميته إلا في ظروف غير عادية مثل الوجود في الفضاء مصداقا لقول الله عز وجل، بسم الله الرحمن الرحيم: ﴿**سنريهم آياتنا في الآفاق وفي أنفسهم حتى يتبين لهم أنه الحق**﴾ (فصلت-53).

والآن ماذا يحدث لهذه الدورة في ظروف انعدام الجاذبية؟ ذكرنا أن سوائل الجسم تتجمع بصورة أكبر في الجزء الأعلى نتيجة عدم وجود ما يجذبها إلى الأرجل والجزء السفلي، ومن هنا تزيد الكمية الموجودة في الأوعية الدموية العليا ومنها أوعية القلب فترسل تلك الإشارة إلى الكلى طالبة التخلص مما تتصور أنه ماء زائد، ويؤدي نقص الماء بطبيعة الحال نتيجة هذا الخلل إلى ضعف قدرة العضلات على الأداء والإحساس السريع بالإرهاق.

أما النوع الثالث فهو تغيرات طويلة المدى (أسابيع إلى شهور) وتنتج عن نقص الإجهاد الطبيعي للعضلات والناتج عن تحريك هذه العضلات في

حركتها العادية كرفع الأشياء في مجال الجاذبية، وعندما يختفي هذا المجهود نتيجة انعدام أو نقص الجاذبية فإن العضلات تعاني من درجة كبيرة من «آلترهل» بسبب عدم الاستخدام، ويتغلب العلماء على ذلك خلال الرحلات الطويلة مثل البقاء على ظهر محطة الفضاء مير (أكثر من سنة كاملة) بتزويد هذه المحطات بأجهزة للتدريب الرياضي، ويصبح هذا التدريب ليس جزءا فقط من البقاء في حالة صحية جيدة كما هي الحال على الأرض ولكنه ضرورة للاحتفاظ للعضلات بوظيفتها وحمايتها من الضمور.

وفي بداية عصر الفضاء لم يكن معروفا الكثير عن التأثيرات الفسيولوجية للجاذبية الضعيفة في الإنسان، وكان هناك بعض القلق أيضا فيما يتعلق بالتأثيرات النفسية لوجود الإنسان وحيدا في الفضاء بعيدا تماما عن كل ما يربطه بالكوكب الأم. ولذلك صممت برامج الفضاء الأولى لاستكشاف هذه التأثيرات وكان من أولها برنامجا فوسخود السوفييتي وميركوري الأمريكي.

ومن وجهة النظر الطبية كانت أهم نتائج هذين البرنامجين استبعاد أي مخاوف خطيرة من جراء وجود الإنسان في الفضاء، وثبت أن الإنسان آلة عظيمة التأقلم وأن الفضاء بصفة عامة ليس وسطا معاديا للإنسان إذا اتخذت الإجراءات الوقائية المتوقعة من تكييف للضغط وحماية من تغير درجات الحرارة وتزويد بالهواء إلى غير ذلك.

وفي المراحل التالية من برامج الفضاء خطا السوفييت خطوات واسعة نحو دراسة تأثيرات البقاء الطويل في الفضاء، وكان البرنامج السوفييتي من بدايته يضع نصب عينيه بناء محطات استيطانية مدارية في الفضاء كوسيلة فعالة متعددة الأغراض ومنخفضة التكاليف نسبيا لاستغلال الفضاء وإقامة الإنسان فيه وإجراء التجارب المختلفة، وصحب ذلك وضع منظومة متكاملة لإقامة واستغلال المنصات الفضائية تتكون عناصرها من محطات مدارية مجهزة للإقامة الطويلة وسفن نقل للرواد وسفن آلية للإمداد والتموين والتزود بالوقود والهواء، بالإضافة إلى عناصر المتابعة والتحكم الأرضية.

وكانت ذروة هذا البرنامج حتى الآن هي المحطة المدارية «مير» والتي أطلقت في عام 1986 ومازالتا تؤدي مهامها بكفاءة بعد نحو عشر سنوات

وينتظر أن تستمر في ذلك حتى استبدالها في عام 1998. وهناك تأثيرات أخرى متعلقة بانخفاض معدل ترسب الكالسيوم في العظام واضطراب إفرازات الغدد وعدم انتظام الإيقاع البيولوجي وزيادة الإجهاد العصبي.

مراجع وهوامش

(الباب الخامس)

(1) السوفييت في الفضاء Scientific American فبراير 1989، ترجمة للعربية في مجلة «العلوم الكويتية» عدد أغسطس 1989.

(2) اSpace Station: the Next lterationب, Aerospace America, a publication of the American Institute for Aeronautics and Asrtonaufics, Janury 1995.

الباب السادس
النشاط الدولي في الفضاء

هناك ثماني دول فضائية في العالم الآن تكوّن فيما بينها نوعا من النادي الخاص جدا والذي يتميز أعضاؤه بتملكهم مفاتيح تكنولوجيات عصر الفضاء المتقدمة، وهذه الدول بترتيب دخولها عصر الفضاء هي روسيا والولايات المتحدة وفرنسا والصين وبريطانيا واليابان والهند وإسرائيل.

وتختلف برامج الفضاء بين هذه الدول بين برامج عملاقة لها أهداف إستراتيجية شاملة مثل برنامجي روسيا والولايات المتحدة، وبرامج متوسطة متعددة الأهداف مثل البرنامجين الأوروبي والصيني وكذلك البرنامج الفضائي الياباني، وبرامج صغيرة محدودة الأهداف تسعى أساسا لتحقيق الاستقلال التكنولوجي ولتحقيق أهداف إقليمية مثل البرنامجين الهندي والإسرائيلي.

ونقدم في هذا الباب المكون من ثلاثة فصول صورة شاملة لهذه البرامج ومقارنات بينها من حيث الأهداف والإنجازات والتكلفة، ويمكن أن يسمح لنا هذا بوضع صورة ذهنية في وعي القارىء بإمكانية ومتطلبات دخولنا نحن العرب في هذا المجال بشكل أو بآخر وما يقتضيه منا هذا الحلم الذي يبدو بعيدا في الوقت الحاضر لأسباب لا علاقة لها بالقدرات العلمية أو التقنية أو المالية، وكلها متوافرة أو يمكن الحصول عليها.

ومن الطبيعي أن نبدأ بالبرامج الفضائية لكل من روسيا والولايات المتحدة الأمريكية خاصة أن برنامجي هاتين الدولتين قد مرا بتغيرات كبيرة أدى إليها انتهاء الحرب الباردة وسقوط الاتحاد السوفييتي في صورته القديمة وحلول التعاون والتكامل الدولي في الفضاء محل التنافس والتناقض.

وننتقل بعد ذلك إلى دول نادي الفضاء الأخرى لإلقاء نظرة شاملة على برامجها مع مقارنة بين ميزانيات الفضاء في هذه الدول.

وتضم الأبواب الثلاثة التالية عرضا تفصيليا لبرامج الفضاء في الدول الفضائية الست الأصغر، فيستعرض الباب السابع البرنامج الفضائي الأوروبي ويتناول الباب الثامن الصين واليابان أما الباب التاسع فنخصصه لدراسة البرنامجين الهندي والإسرائيلي.

1 صناعة وبرامج الفضاء في روسيا

تقوم روسيا، والاتحاد السوفييتي قبلها، بتنفيذ برنامج فضائي نشيط ومتسع الأهداف ويمكن أن يكون أكبر برنامج في العالم من حيث أهدافه وحجمه واتساع نطاق منجزاته، وإن كان يقل عن البرنامج الأمريكي من حيث حجم الإنفاق ومستوى التقنية المستخدمة.

ولم يكن هناك قدر كبير معروف عن الحجم الكامل لهذا البرنامج الفضائي المتسع خلال سنوات الحرب الباردة وتكتم كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة المعلومات التي تخصهما والتي يمتلكها كل منهما عن الآخر من خلال أقمار الاستطلاع وغيرها من الوسائل.

غير أن هذا الوضع قد تغير بصورة كبيرة في عشر السنوات الأخيرة (1986-1995)، وقدم الروس كثيرا من تفاصيل برنامجهم الفضائي، وبدأت مرحلة من التعاون التكنولوجي بين الدولتين الأكبر في مجال الفضاء، وهي مرحلة تتطلب بطبيعتها إتاحة تامة للمعلومات حتى يمكن تنفيذ المهام التقنية الصعبة مثل التقاء السفن في الفضاء والتحامها

وإجراء تجارب على متن محطات الفضاء.

ونستطيع أن ندرك حجم البرنامج الفضائي الروسي/السوفييتي من حجم الإطلاقات الفضائية، فمنذ بداية عصر الفضاء في 1957 حتى عام 1994 بلغ مجموع الإطلاقات المدارية في العالم أجمع 3574 إطلاقا مداريا، كان نصيب الاتحاد السوفييتي/روسيا منها 2416 إطلاقا بنسبة 67,6٪، والولايات المتحدة 1005 إطلاقات بنسبة 28,1٪، وباقي العالم 153 بنسبة 4,3٪.

وفي عام 1987 على سبيل المثال، كونت عمليات الإطلاق السوفييتية 86٪ من عمليات الإطلاق الفضائية في العالم أجمع[1]، وبهذه المقاييس وحدها يمكن اعتبار الاتحاد السوفييتي، وروسيا التي كانت تقوم فيه بالنشاط الفضائي بشكل شبه كامل[2]، أكبر قوة فضائية عالمية.

وقد بلغ متوسط إطلاق القاذفات الفضائية الروسية نحو مائة إطلاق كل عام بمعدل إطلاقين أسبوعيا منذ السبعينيات، ولم يتأثر هذا الرقم كثيرا بتفكك الاتحاد السوفييتي والمشكلات التي صاحبت قيام اتحاد الدول المستقلة مكانه إذ إن القدر الأكبر من أعمال الفضاء كان يتم داخل روسيا على كل الأحوال.

ومن المقدر أن ثمانين بالمائة من حجم الإطلاق الروسي مخصص لأغراض تتصل بالأمن القومي كالاستطلاع والاتصالات والإنذار المبكر من الصواريخ، ولا شك في أن نسبة مماثلة من نشاط الولايات المتحدة يخصص أيضا لأغراض أمنها القومي.

محطة الفضاء «مير»

ويأتي دعم عمليات المحطة الفضائية مير وتشغيلها في المكان التالي للأنشطة العسكرية في اهتمام الروس، ويقدر أن هذه العملية يخصص لها 10٪ من حجم الإطلاق. أما عمليات الإطلاق المتبقية فتخصص لأقمار الاتصالات المدنية وأقمار الملاحة والمهمات العلمية لاستكشاف الفضاء على اختلاف أنواعها.

وقد ركز الاتحاد السوفييتي منذ السبعينيات على العمل لإنشاء محطات دائمة في الفضاء مأهولة بصفة مستمرة (ولكنها ليست دائمة) برواد

فضائيين، في مهمات متعاقبة ومرتبطة، وتجهيز الوسائل الكفيلة بصيانتها وتشغيلها وإمدادها. ونجح السوفييت في بناء قاذفات عملاقة، مثل القاذف «بروتون»، تستطيع حمل أجزاء المحطات الفضائية إلى المدار، كما بنوا قاذفات متوسطة ذات اعتمادية عالية كالقاذف «سويوز» الحامل للكبسولات التي تقل الرواد إلى المحطة الفضائية، كما يحمل مركبة الإمداد والتموين ذاتية الحركة «التقدم Progress».

وبهذه المنظومة المتكاملة من المركبات والقاذفات نجح الاتحاد السوفييتي في وضع عدة محطات فضائية في مدار حول الأرض وإرسال رواد فضاء إليها بشكل منتظم، وبدأت هذه المحطات بالمحطة ساليوت - 1 التي أطلقت في 1971 وتوجت بالمحطة «مير» أي السلام في 1986 التي تمثل تقنياتها نقلة نوعية لبرنامج الفضاء السوفييتي/الروسي.

ولا تزال هذه المحطة تعمل في المدار بعد اثني عشر عاما من إطلاقها رغم أن التعب قد بدأ يبدو عليها وأصبح شكلها من الخارج يكاد يشبه المطبخ القديم الذي يحتاج إلى طلاء. وقد أدركت الولايات المتحدة والغرب قيمة هذه المحطة فجعلاها، ركنا أساسيا في تصميم المحطة المدارية العالمية المعروفة باسم «فريدوم» ثم «ألفا»، وكان هذا اعترافا صريحا بتفوق روسيا في تقنيات استيطان الفضاء، وقد أصبح مثل هذا الاعتراف والتعاون جائزا بعد تغير الأحوال الدولية وانتهاء الاستقطاب الحاد وتنحي روسيا عن وضع المناوىء لسياسات الولايات المتحدة فيما اصطلح مؤقتا على تسميته بالنظام العالمي الجديد، ربما إلى حين تبين معالمه الحقيقية.

قاذفات الإطلاق الروسية

وفي الوقت نفسه الذي تؤدي فيه قاذفات الإطلاق التقليدية الموثوقة دورها في البرنامج الفضائي الروسي، فإن روسيا لم تتوقف عن تطوير قاذفات عملاقة جديدة، وأهم هذه القاذفات هو الصاروخ زينيت SL-16 والقاذف العملاق إنرجيا SL-17.

وتعرف القاذفات السوفييتية/الروسية إما باسمها الروسي (بروتون/ سويوز/ زينيت/ إنرجيا)، أو بتصنيفها الغربي (..-SL). ويرجع هذا التصنيف (والذي يرمز في الغالب إلى: قاذف سوفييتي Soviet Launcher) إلى الفترة

التي لم يكن يعلن فيها الاتحاد السوفييتي عن برامجه الفضائية، وكان الغرب يحصل على هذه المعلومات من أقمار أو طائرات الاستطلاع وبرامج التجسس. وهناك سبعة عشر طرازا معروفا من القاذفات السوفييتية (نستعمل هنا كلمتي السوفييتي والروسي مرتبطتين بتاريخ إنتاج القاذف) منها ما استعمل في بداية البرنامج السوفييتي في الفضاء وانتهى إنتاجه مثل القاذف SL-1 والذي استخدم في إطلاق القمر سبوتنيك ومنها لا يزال فعالا في برنامج الفضاء الروسي حتى الآن.

ومن المعروف عن الاتحاد السوفييتي أنه لم يحل أي قاذفات ثبت نجاحها إلى التقاعد، ولذلك نجح في بناء خبرة متراكمة في هذا المجال تتفوق على الخبرة التراكمية التي لدى أي قوة فضائية أخرى بما فيها الولايات المتحدة. ويقدم الجدول (6-1) أنواع القاذفات السوفييتية وقدراتها الدفعية وتاريخ أول إطلاق لها واستخداماتها في برنامج الفضاء السوفييتي سابقا وفي البرنامج الروسي حاليا[3].

ومعظم قاذفات الإطلاق السوفييتية تم تطويرها عن صواريخ عسكرية عابرة للقارات (Intercontienrtal Ballestic Missiles) ICBM ولكن هناك استثناءات مهمة لهذه القاعدة مثل صاروخ الدفع «بروتون» الذي تم تصميمه من البداية ليستخدم في برنامج الفضاء لرفع أجزاء المحطة المدارية «مير». ومن ناحية أخرى طور الاتحاد السوفييتي حديثا الصاروخ العملاق «إنرجيا» والذي يستطيع أن يحمل ما يقرب من مائة طن إلى مدار أرضي منخفض، وحمولات أقل من ذلك إلى مدارات أعلى، وهو مصمم ليتلاءم مع مكوك الفضاء الروسي والذي أعلن عن وجوده لكنه لم يستخدم في رحلات فضائية وتم الاستغناء عن برنامجه بالكامل في حملة إعادة تشكيل البرنامج الفضائي الروسي[4].

البرنامج الفضائي الروسي بعد الاتحاد السوفييتي

تأثر البرنامج الفضائي للاتحاد السوفييتي السابق بطبيعة الحال كثيرا بالتغيرات التي حدثت بعد انهيار ذلك الاتحاد في 31 ديسمبر 1991 وحلول اتحاد الدول المستقلة (Commonwealth of Independent States CIS) مكانه، إلا أنه بعد فترة من الاضطراب استمرت نحو ثلاث سنوات بدأ البرنامج

جدول 6 – 1

قاذفات الإطلاق السوفييتية/الروسية

اسم القاذف	رقم التصنيف	الحمولة (كجم) إلى مدار أرضي منخفض LEO	الاستخدام الرئيسي	تاريخ أول إطلاق
-	SL-1	1300	إطلاق أقمار سبوتنيك	1957
فوستوك	SL-3	4730	كبسولة فوستوك (جاجارين)	1959
سويوز	SL-4	7000	المركبة المدارية سويوز	1963
بروتون	SL-13	20000	أجزاء المحطة المدارية	1968
كوزموس	SL-8	1350	إطلاق أقمار صناعية للمدارات المختلفة	1964
سيكلون	SL-14	4000	إطلاق أقمار صناعية لمدارات مختلفة – معروض تجاريا	1977
زينيت (أوكرانيا)	SL-16	13740	سفينة الإمداد بروجرس – حمولة بين سويوز وبروتون	1985
إنيرجيا	SL-17	88000	مصممة أساسا لحمل مكوك الفضاء بوران – لا يوجد استخدام واضح الآن – غي ملائم للتسويق	1987
مكوك الفضاء إنيرجيا – بوران	SL-17	30000	تم إلغاء مكوك الفضاء بعد بناء مركبتين منه	1988

الفضائي يستعيد عافيته وورثت روسيا معظم أنشطته (أكثر من 90٪) وتليها أوكرانيا فيما جاءت كازاخستان والتي تقع فيها أهم قواعد الإطلاق الفضائي في المكان الثالث. وفي فبراير 1992 (بعد سقوط الاتحاد السوفييتي في 31 ديسمبر 1991 بشهر واحد) أصدر الرئيس يلتسين قرارا بإنشاء وكالة الفضاء الروسية RKA على نسق وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» لتكون مظلة لكل أنشطة الفضاء في روسيا. ووضعت الوكالة الجديدة خطة أنشطة الفضاء الروسية خلال سبع السنوات التالية حتى نهاية القرن العشرين (1994-2000)، وتركز هذه الخطة على أقمار الاتصالات والاستشعار والمسح الفضائي، وتطوير قاذفات الإطلاق بروتون وسويوز وهما المتعلقان بأنشطة محطة الفضاء المدارية، كما تقضي الخطة باستمرار تطوير برنامج المحطات الفضائية «مير» والاشتراك في المحطة المدارية الدولية.

كما وضعت روسيا خطة لإعادة تنظيم صناعة الفضاء بحيث تعمل هذه الصناعة من خلال نحو أربعين مركزا للفضاء تتراوح أنشطتها بين الأبحاث والتطوير وتصنيع القاذفات والمركبات الفضائية إلى غير ذلك. ومن ناحية أخرى اتجهت روسيا إلى إنهاء اعتمادها على دول اتحاد الدول المستقلة في أي تقنيات أو إمدادات أو قواعد وتسهيلات إطلاق، وتركيز على أنشطة الفضاء داخل حدودها، وعلى الأخص تطوير قاعدة إطلاق فضائية لتحل محل قاعدة بايكونور التي تقع داخل حدود جمهورية كازاخستان.

وتعطي هذه القاعدة صورة للمشكلات الفريدة من نوعها التي يواجهها البرنامج الفضائي الروسي بعد انهيار النظام السابق، والتي اضطرت روسيا نتيجة لها إلى البحث عن بديل فعال لأي تسهيلات فضائية لا تقع داخل حدودها، فعلى سبيل المثال طبقا للترتيبات القائمة حاليا فإن طائر ات الهليكوبتر المخصصة لالتقاط كبسولات سويوز العائدة من رحلاتها إلى المحطة مير لا تستطيع الطيران فوق كازاخستان لعملية الالتقاط إلا بعد الحصول على تصريح من سلطات الطيران الكازاخستانية، وهو أمر يثير الدهشة والسخرية بطبيعة الحال غير أنه أمر فرضته طبيعة المنازعات الدولية والخلافات العرقية التي كانت كامنة داخل القوميات المكونة للاتحاد السوفييتي السابق والتي أخرجها للوجود انهيار ذلك الكيان العملاق وتفكك روابطه.

وتطلق روسيا مركباتها الفضائية وأقمارها الصناعية من ثلاث قواعد هي قاعدة بليستيسك Plesetsk وقاعدة تيوراتام - بايكونور Tyuratam-Baikonur وهي القاعدة الأساسية للإطلاق المداري ومهمات الفضاء المأهولة وتقع داخل جمهورية كازاخستان المستقلة وتؤجرها روسيا بمقتضى اتفاقية بين الدولتين وقعت في مارس 1994، وقاعدة كابوستينيار Kapustin Yar وهي أولى قواعد إطلاق الصواريخ في الاتحاد السوفييتي وتستخدم منذ 1947 لاختبار الصواريخ الجديدة. وهناك مقترحات بتطوير قاعدة جديدة لتفادي المشكلات التي يسببها وجود قاعدة الإطلاق الرئيسية داخل حدود دولة أخرى.

مشاركة روسية فعالة في المحطة الدولية

يمثل اشتراك روسيا في محطة الفضاء الدولية منعطفا مهما في مسيرة التعاون الدولي في الفضاء بالإضافة إلى اعتبارها مصدرا مهما للنقد الأجنبي لتمويل البرنامج الفضائي الروسي الذي يعاني عجزا كبيرا بعد انهيار الاتحاد السوفييتي، وسوف تدفع الولايات المتحدة لروسيا مبلغ 400 مليون دولار على مدى السنوات 1994-1997 بمقتضى اتفاقية وقعت في 16 ديسمبر 1993 كدفعة أولى من إجمالي مبلغ قد يصل إلى بليون دولار مقابل استخدام المحطة الروسية «مير» كجزء محوري من المحطة الجديدة وفي المراحل التحضيرية والتجريبية لبناء المحطة.

وتشمل المساهمة الروسية بمقتضى هذه الاتفاقية عشر رحلات لمكوك الفضاء إلى مير حاملا رواد فضاء من ناسا لقضاء 24 شهرا على متن المحطة، ونظرا لأن روسيا أكثر تقدما في مجال المحطات المدارية ولديها المركبات والقاذفات والاستعدادات اللازمة فسوف تبدأ بالمراحل الأولى في بناء المحطة الجديدة حتى تصل الولايات المتحدة وشركاؤها الدوليون ببرامجهم إلى مرحلة المساهمة الفعلية، وهو ما يتوقع أن يستغرق حتى عام 1998.

ويقضي نظام بناء المحطة بالبدء في نوفمبر 1997 بإطلاق وحدة روسية تسمى «وحدة القدرة» وهي الوحدة التي سوف تزود بقية المحطة بقوة الدفع اللازمة للمناورات، ثم تتبعها وحدة روسية أخرى تضم عدة مقابس

لالتحام الوحدات القادمة.، وسوف ترسل روسيا أربع أجزاء أخرى من المحطة في السنة الأولى، وتشمل هذه الأجزاء مركبة محسنة من طراز سويوز للطوارىء والإنقاذ ومعملا مكيف الضغط مبنيا على طراز المحطة مير-1 الموجودة حاليا في المدار.

الإنفاق الروسي في الفضاء

من الصعب بطبيعة الحال إعطاء تقدير دقيق للإنفاق الروسي في مجال الفضاء نظرا للتغير الشديد في قيمة العملة الروسية بالمقارنة بقيمتها قبل تفكك الاتحاد السوفييتي، غير أن ذلك لا يمنع من استخراج عدة مؤشرات من مقارنة الأرقام الحالية والسابقة للإنفاق السوفييتي، ومن مقارنة هذا الإنفاق بالإنفاق العام للدولة وللدول الفضائية الأخرى.

وتبلغ آخر ميزانية منشورة للفضاء في روسيا 165 بليون روبل. ويعتبر هذا الإنفاق نصف الإنفاق الفضائي في الثمانينيات والذي بلغ أوجه في عام 1989 وكانت قيمته في ذلك الوقت 6,9 بلايين روبل مما يوضح تأثير التضخم في تدهور قيمة العملة.

ويمثل الإنفاق الروسي على الفضاء نحو 1,5٪ من ميزانية الدولة وأكثر قليلا من نصف هذه الميزانية يخصص للإنفاق العسكري في مجال الفضاء. وقد تغيرت أولويات الإنفاق في خمس السنوات الأخيرة. فبينما كان تطوير برنامج المركبات متكررة الاستخدام (مكوك الفضاء - إنرجيا - بوران) يستهلك نحو 1,7 بليون روبل من ثلاثة بلايين روبل مخصصة للاستخدامات المدنية في عام 1989 أو ما يمثل 43٪ من الإنفاق المدني، فإن هذا البرنامج قد توقف تماما، بل أعلنت روسيا عن بيع مركبات مكوك الفضاء التي تم بالفعل تصنيعها.

وتخصص بقية الميزانية لتمويل بحوث الفضاء بنسبة 5٪ وبرنامج المحطة الفضائية «مير» وإطلاق الأقمار الصناعية للأغراض المدنية وخاصة منها تلك التي تحل محل أقمار أخرى نتيجة انتهاء العمر الافتر اضي لها.

وتحاول روسيا تسويق بعض عناصر برنامجها الفضائي للخروج من الأزمة المالية التي يعاني منها هذا البرنامج، كما تحاول تخفيض الإنفاق بإلغاء بعض العناصر الأخرى التي تتجاوز تكلفتها الفائدة المتوقعة منها.

ومن هذه البرامج المركبة إنرجيا-بوران كما سبق أن ذكرنا . وكان دخول روسيا في اتفاقية المحطة المدارية الدولية مجالا لاستفادة جميع الأطراف، فروسيا حصلت على عملة صعبة تحتاج إليها بشدة، والدول الغربية حصلت على موضع قدم في محطة فضاء موجودة بالفعل بتكلفة زهيدة، وعلى فرصة لالتقاط الأنفاس حتى تستكمل التصميمات التنفيذية لمحطتها المدارية التي خرجت لتوها أو كادت من مرحلة الاتفاق النهائي.

وعندما حاولت روسيا تسويق قدراتها الفضائية الأخرى وجدت أن اتفاقية «حظر نقل تكنولوجيا الصواريخ» تقف عائقا أمام بيع هذه التقنية التي تفوقت فيها روسيا، ومن ثم اتجهت إلى تسويق منتجات فضائية جاهزة مثل بيع مساحات على متن محطتها الفضائية لإجراء تجارب الجاذبية الضعيفة، ومثل بيع بيانات المسح الفضائي ذات الدقة العالية، وكلها محاولات لا تزال موضع التجريب والاختبار.

ونتيجة لضعف التمويل فإن البرامج التي تعرضت لأكبر قدر من التقليص والإلغاء هي البرامج ذات العائد التجاري المحدود مثل برامج استكشاف الكواكب والتي ضعفت قيمتها في عالم أصبحت فيه روسيا بحاجة إلى العملة الصعبة أكثر من حاجتها إلى إنجازات إعلامية.

وفي النهاية يتضح أن برنامج الفضاء الروسي لا يزال في مرحلة متغيرة رغم ثبات بعض العوامل المهمة، وأهمها وجود روسيا العسكري في الفضاء الذي لم يتغير. وفي المجال المدني فإنه من الواضح أن روسيا لا تنوي التخلي عن إنجازاتها الفضائية الكبيرة، إلا أنها لا تنوي إنفاق روبلاتها إلا عندما تتأكد من العائد على هذا الإنفاق، وهو اتجاه يختلف كثيرا عما بدأت به عصر الفضاء منذ نحو أربعين عاما.

2 برنامج الولايات المتحدة بعد أبوللو

كان الهبوط على القمر هو ذروة البرنامج الفضائي للولايات المتحدة، ودون شك أعظم إنجاز فضائي لأي دولة. وبعد انتهاء برنامج أبوللو أصيبت الولايات المتحدة بما يشبه الحيرة، ماذا تفعل ببرنامج الفضاء، فقد كانت أكبر ميزة لأبوللو هو إمداد الولايات المتحدة براية تلتف حولها وتركز إمكاناتها عليها.

مكوك الفضاء

بعد انتهاء برنامج أبوللو لهبوط إنسان على القمر في 1972 وبعد تجارب معامل السماء سكاي لاب في 1974 اتجهت الولايات المتحدة إلى تطوير مركبة إطلاق يمكن استرجاعها وإعادة استخدامها بدلا من القاذفات التقليدية التي تحترق أجزاؤها في الفضاء أو تبقى في المدار كشظايا فضائية بعد انتهاء مهمتها، وسميت هذه المركبة مكوك الفضاء.

ومكوك الفضاء مركبة فريدة من نوعها إذ إنها المركبة الوحيدة التي يتكرر استخدامها مرة بعد مرة بعد عودتها إلى الأرض. وتتكون المركبة من

أربعة أجزاء منفصلة هي: المركبة المدارية (الجسم الطائر) وخزان الوقود الخارجي وهو الجسم الاسطواني الأوسط الضخم، ويحتوي على الوقود (الهيدروجين السائل)، والمؤكسد (الأكسجين السائل) وهو الجزء الذي لا يستعاد من المكوك، وأخيرا صاروخا الدعم ذوا الوقود الصلب. وعند إطلاق المكوك يشتعل صاروخا الدعم لمدة 120 ثانية ثم يسقطان في المحيط حيث يتم استعادتهما.

والمركبة المدارية هي الجسم المألوف لنا في صور مكوك الفضاء، وهو جسم يشبه الطائرة إلى حد كبير وله جناحان مثلثين وذيل رأسي. ويتكون جسم المركبة المدارية من مقدمة المركبة وتضم كابينة القيادة والجزء الأوسط ويحتوي قمرة المعدات والحمولة، والجزء الخلفي ويشتمل على المحرك الصاروخي الأساسي لمكوك الفضاء.

وتستطيع المركبة بهذا الشكل الذي يشبه الطائرة أن تحلق في جو الأرض عند عودتها لتهبط كما تهبط الطائرة الشراعية. ويشتمل الجزء الأوسط من المركبة على «آلوحدة المساعدة للحمولة»، وهي عبارة عن صاروخ صغير يستخدم لوضع الحمولة من الأقمار الصناعية في المدار، كما يشتمل على الذراع الآلية للمكوك الذي يستخدم لاستعادة الأقمار الصناعية وإصلاح أعطابها.

ونظرا لاختلاف تقنية المكوك عن تقنيات القاذفات التقليدية فإن نسبة الحمولة الصافية له بالمقارنة بوزن المكوك نفسه أقل بكثير، إذ تبلغ نسبة كتلة الحمولة التي يستطيع المكوك أن يرفعها بالمقارنة بالكتلة الكلية للمكوك 1,35٪ بالمقارنة بنسبة 2,8٪ للقاذف الفضائي إريان.

وكان الظن أن مكوك الفضاء سوف يحل محل معظم القاذفات الصاروخية التقليدية التي تستخدمها الولايات المتحدة وخاصة تلك التي تتعلق برحلات مدارية أو وضع أقمار صناعية في مدار حول الأرض، غير أن التجربة أثبتت الحاجة إلى النظامين معا خاصة بعد وقوع كارثة فضائية أوقفت برنامج مكوك الفضاء لمدة 32 شهرا وهي الحادثة التي سنوردها بالتفصيل بعد قليل.

وقد نجحت تقنية مكوك الفضاء نجاحا كبيرا وتم تصنيع عدة مركبات منها استخدمت في عدد كبير من المهام الفضائية، وبمنتصف عقد

الثمانينيات كانت مركبات مكوك الفضاء هي الوسيلة الرئيسية لتنفيذ برنامج الفضاء الأمريكي.

وخلال خمس سنوات تقريبا من 12 أبريل 1981 حتى يناير 1986 قامت المركبة المكوكية كولومبيا، وهي المركبة الأولى من خمس مركبات صنعت حتى الآن، بست رحلات ذات أغراض مختلفة حملت فيها أقمارا علمية، وأقمارا للاستشعار، ورواد فضاء في تجارب مدارية، ثم تلتها المركبة تشالينجر (المتحدي) بعد عامين وقامت بأول رحلة لها في 4 أبريل 1983، ثم بثماني رحلات بعد ذلك.

وفي 30 أغسطس 1984 قامت المركبة الثالثة ديسكفري بأول رحلة لها. وفي أكتوبر من العام التالي أطلقت ناسا المكوك الرابع أتلانتيس، وهكذا أصبح لدى الولايات المتحدة أسطول من أربعة «تاكسيات» فضائية تقوم برحلاتها بشكل روتيني وتقدم خدماتها الفضائية لمن يشاء.

كارثة فضائية تعترض البرنامج الأمريكي

ولكن في صباح يوم 28 يناير 1986وقعت الواقعة. فقد حدثت كارثة مروعة لمكوك الفضاء تشالينجر في رحلته العاشرة وعليه سبعة رواد منهم مدرسة أطفال. وكانت ناسا لثقتها المتزايدة في مركبتها الفضائية الآمنة، وفي محاولة لتقريب الفضاء إلى حياة المواطن الأمريكي (دافع الضرائب)، قد دعت إلى مسابقة تقدم لها 11 ألف شخص لاختيار من يسافر منهم إلى الفضاء، على أن يشرح كل منهم ما تصوره لاستخدامات الفضاء في المستقبل وما الذي يريد أن يعمله إذا أتيحت له فرصة الصعود إلى الفضاء. واختارت ناسا في انحياز للمستقبل (وفي حركة إعلامية بارعة أيضا) من بين الأحد عشر ألف متقدم لرحلة الفضاء مدرسة الأطفال «كريستينا ماك أوليف». وكان مقررا أن تلقي الآنسة ماك أوليف درسا على أطفالها وأطفال الولايات المتحدة من الفضاء.

وعلى شاشات التليفزيون في قاعات الجلوس وفي مطابخ منازل الولايات المتحدة حيث تتابع ربات البيوت بنصف تركيز آخر حلقات المسلسل اليومي الممتد بلا نهاية، لم يكن هناك ما يستدعي الانتباه عندما انتقل الإرسال في الساعة الحادية عشرة والربع ليتابع العد التنازلي لإطلاق الرحلة الخامسة

والعشرين لبرنامج مكوك الفضاء (والعاشرة للمركبة تشالينجر). وخلال الدقيقة الأولى ارتفعت المركبة الضخمة أمام عدسات التليفزيون إلى أن أصبحت نقطة بعيدة في الفضاء يتبعها ذيل من الدخان الأبيض، وعاد كل مشاهد إلى ما كان مشغولا به ظنا منه أن هذا إطلاق روتيني آخر من سلسلة من الإطلاقات التي أصبحت لا تكاد تثير الاهتمام.

وفي الثانية الثامنة والخمسين إذا بالصاروخ يتحول على مرأى من الجميع إلى كرة من اللهب تلتهم القاذف والمركبة ومحتوياتهما جميعا. وبينما كان واضحا حجم الكارثة الوطنية وتأثيرها في برنامج الفضاء، ساد الولايات المتحدة هذه المرة إحساس عميق بالحزن للبعد الإنساني الذي مثله احتراق سبعة رواد في الفضاء، منهم مدرسة أطفال.

تغير أولويات البرنامج الأمريكي بعد كارثة مكوك الفضاء

ظهر من كارثة مكوك الفضاء تشالينجر أن الاعتماد على رواد فضاء لأداء مهام روتينية يمكن أن تؤديها الآلات سياسة لها محاذيرها الإنسانية والإستراتيجية، ونتيجة لهذه الكارثة توقف برنامج مكوك الفضاء لمدة عامين كاملين قامت فيهما «ناسا»، التي تعرضت لهجوم وانتقادات قاسية، بمراجعة كل التفاصيل المتعلقة بأمان وسلامة الرواد، كما خرجت بأولويات جديدة لسياسة قاذفات الإطلاق في البرنامج الأمريكي أعادت فيها دور قاذفات الإطلاق الصاروخية التقليدية.

واعتمدت هذه السياسة على قيام عدد من الشركات الأمريكية العاملة في قطاع الدفاع بتطوير قاذفاتها الصاروخية والمصممة أصلا كصواريخ عابرة للقارات وإتاحتها لبرنامج الفضاء، وكذلك السماح بتأجيرها تجاريا سواء لشركات خاصة في الولايات المتحدة أو لدول وشركات أجنبية.

وفي الوقت نفسه استمرت ناسا في تطوير مركباتها الفضائية المكوكية وإتاحتها بالطريقة نفسها للشركات الأمريكية والدول الأجنبية، سواء لإجراء تجارب أو لوضع أقمار في المدار. ومن أهم الاستخدامات لمكوك الفضاء مع نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين حمل الأجزاء التي تشارك بها أمريكا في محطة الفضاء الدولية والتي تحتاج إلى مناورات دقيقة للالتحام بالمحطة وتثبيت الأجزاء وغير ذلك.

قاذفات الإطلاق الأمريكية

يقوم برنامج الفضاء في الولايات المتحدة حاليا على خمسة أنواع من القاذفات هي سكاوت، وأطلس، ودلتا، وتيتان، وبيجاسوس وكلها، عدا القاذف الأخير، مطور عن صواريخ عابرة للقارات، وجميع هذه القاذفات يمكن تأجيرها لإطلاق أقمار صناعية خاصة بدول أخرى.

ومن المفيد للقارىء العربي أن نعطي في نهاية هذا الفصل بعض الأرقام التقريبية لأسعار تأجير هذه القاذفات الفضائية حيث إننا نقوم باستخدام قاذفات فضائية مثل مكوك الفضاء أو القاذف الأوروبي إريان أو القاذف الصيني «المسيرة الطويلة» في إطلاق الأقمار الصناعية «عرب سات» بغرض دعم الاتصالات والتغطية الإعلامية للمنطقة، وهو الصلة الوحيدة بيننا وبين عصر الفضاء حتى الآن.

القاذف سكاوت Scout

الصاروخ سكاوت (الكشاف) هو أصغر القاذفات الأمريكية وهو صاروخ ذو أربعة مراحل يعمل بالوقود الصلب، وقد بدأ تطويره منذ 1958 واستخدم لإطلاق عدد كبير من الأقمار الصناعية العلمية، وحتى بداية عقد التسعينيات كان قد أطلق منه 114 صاروخا، وتبلغ حمولته للمدار الأرضي (185 كيلومترا) نحو 270 كيلو جراما.

القاذف بيجاسوس Pegasus

بيجاسوس هو اسم الحصان الأسطوري المجنح في الروايات الإغريقية، ولهذا الاسم صلة بشكل القاذف بيجاسوس الذي هو صاروخ حديث مجنح يطلق من بطن قاذفة قنابل مثل الطائرة ب-52 أو أي طائرة نفاثة ضخمة أخرى تحمله إلى ارتفاع ثلاثة عشر كيلومترا بدلا من أن يطلق من سطح الأرض مثل جميع القاذفات الفضائية الأخرى.

والقاذف بيجاسوس يستطيع رفع حمولة تزن 400 كيلوجرام إلى مدار أرضي منخفض. وقد أطلق لأول مرة في 5 أبريل 1990، واستعمل في 1991 لوضع سبعة أقمار صغيرة في مدارها في رحلة واحدة. وتعطي طريقة إطلاق الصاروخ بيجاسوس ميزة نسبية للقاذف، حيث إنه في الواقع يطلق

من قاعدة إطلاق متحركة حول العالم، وبالتالي يمكنه أن يصل إلى مدارات يصعب الوصول إليها لو أطلق من قاعدة ثابتة.

القاذف أطلس

وهو قاذف متوسط ذو محرك صاروخي يعمل بالوقود السائل، وقد تم تطوير القاذف عن الصاروخ عابر القارات بالاسم نفسه، ويصنّع منه أربعة طرازات هي أطلس-I ويستطيع أن يضع حمولة تزن خمسة أطنان ونصف الطن في مدار أرضي منخفض أو أن يحمل قمرا يزن 1000 كيلو جرام إلى المدار الثابت الجغرافي وأطلس-II وأطلس A-II واللذان يعتبران نسخا مطورة من أطلس-I، وأخيرا الصاروخ أطلس AS-II والذي يشتمل على أربع صواريخ داعمة تعمل بالوقود الصلب بالإضافة إلى القاذف الأساسي، ويستطيع هذا الصاروخ حمل قمر يزن 3500 كيلو جرام إلى مدار الثبوت الجغرافي.

القاذف دلتا

القاذف دلتا هو نتاج سلسلة طويلة من التطوير للصاروخ المعروف باسم ثور-دلتا والذي كان ينتج منذ أوائل الستينيات، وهو ذو مرحلتين تعملان بالوقود السائل مع تسعة من صواريخ الدعم ذات الوقود الصلب. ويمكن للطراز الحالي من القاذف دلتا رفع حمولة قدرها أربعة أطنان إلى مدار أرضي منخفض أو 1500 كيلوجرام إلى المدار الثابت.

القاذف تيتان

يوجد من هذا القاذف ثلاثة طرازات هي تيتان-II ويستطيع حمل 2000 كيلو جرام إلى مدار منخفض، وتيتان-III ويحمل 14500 كيلو جرام إلى المدار نفسه. أما القاذف تيتان-IV فهو أقوى الصواريخ في الترسانة الأمريكية وتعادل قدرته قدرة مكوك الفضاء ويستطيع أن يحمل 18 طنا إلى المدار الأرضي وربع هذه الحمولة (4500كجم) إلى المدار الثابت الجغرافي.

جدول 6–2 : قاذفات الإطلاق الأمريكية

اسم القاذف	نوعه	الحمولة لمدار أرضي (185 كم)	الحمولة للمدار الثابت -كجم	متوسط عدد الإطلاقات سنويا (90-94)	معدل نجاح الإطلاق	تكلفة الإطلاق مليون $ (1990)
سكاوت	4 مراحل وقود صلب	270 كجم	-	2	88%	12 - 15
بيجاسوس	3 مراحل وقود صلب	400 كجم	-	2	-	7 - 12
أطلس I	وقود سائل	5580 كجم	450 كجم	2	100%	65 - 75
أطلس II	وقود سائل	6400 كجم	570 كجم	2	-	70 - 80
دلتا	مرحلة أساسية وقود سائل. تسعة صواريخ دعم وقود صلب	5000 كج	6400 كجم	8	94%	40 - 50
تيتان-II	وقود سائل.	1900 كجم	-	2	93%	43
تيتان-III	مرحلة أساسية+2 صاروخ دعم صلب	14000 كجم	2500 كجم	3		130 (حمولة كاملة*)
تيتان-IV	نفس التركيب	18000 كجم	5700 كجم	3		154
مكوك الفضاء	المحرك الأساي ذو وقود سائل صاروخي الدعم- وقود صلب	24400 كجم	2360 كجم	5	97.5%	متعددة الحمولة التكلفة الكلية $130

(*) يمكن تجزئة الحمولة والمشاركة في التكلفة

3 دول نادي الفضاء

الدول المتوسطة تنهي احتكار الفضاء

منذ البداية اعتبر الخروج إلى الفضاء مظهرا لتفوق الدول الكبرى التكنولوجي والعلمي ورمزا لاستقلال قرارها السياسي، وكان ذلك أبرز مايكون في حالتي فرنسا والصين، فالأولى وضعت منذ أيام الرئيس شارل ديجول هدفا لها أن تحقق استقلالها العلمي والتقني بعيدا عن قيادة الولايات المتحدة للعالم الغربي، ونظرت دائما بشك وريبة إلى التحالف الأنجلوساكسوني عبر المحيط الأطلنطي بين الولايات المتحدة وبريطانيا.

وهناك بطبيعة الحال عدة تفسيرات يمكن أن تقدم لهذا الموقف يرجع بعضها إلى المزاج الوطني الفرنسي المعتز بالفرانكفونية ويراها ثقافة أو قومية مستقلة عن الإنجليزية التي ينتمي إليها كل من بريطانيا والولايات المتحدة، وهناك في الوقت نفسه إحساس فرنسا بضرورة إثبات الذات بعد هزيمتها وخروجها المبكر في الحرب العالمية الثانية إلى أن تم تحرير أوروبا بوساطة قوات الغزو الأمريكي ـ البريطاني وباشتراك قوات المقاومة الفرنسية تحت قيادة ديجول. وأيضا هناك النظرة السياسية القائلة إنه ليس هناك تحالفات دائمة ولكن هناك مصالح

دائمة، وأيا كانت الأسباب فقد كانت حافزا قويا لفرنسا أن تمضي قدما في برنامجها رغم التكلفة الباهظة لتطوير برنامج وطني في الفضاء.

ونتيجة لذلك وبينما استسلمت بريطانيا لمظلة الحماية النووية والفضائية الأمريكية تابعت فرنسا بقوة ونشاط برامجها في المجالين الفضائي والنووي، وسعت إلى جذب أوروبا إلى فلكها حيث كونت وكالة الفضاء الأوروبية وأورثتها البرنامج الفضائي الفرنسي ليصبح برنامجا أوروبيا مستقلا.

وعلى الجانب الآخر من العالم -أيديولوجيا وجغرافيا- كانت الصورة تنعكس وكأنها في مرآة، إذ منذ الانشقاق الكبير بين الشريكين الأيديولوجيين الاتحاد السوفييتي والصين أدركت الصين مبكرا أنها لن تستطيع الاعتماد على الاتحاد السوفييتي لمدة طويلة وبدأت برنامجا مكثفا لتطوير قدراتها الذاتية في مجال الفضاء.

وبذلك أصبح هناك منذ بدايات عصر الفضاء، وعلى الأخص منذ منتصف الستينيات (دخلت فرنسا عصر الفضاء في 1965 والصين في 1970 وبالطبع كانت برامجهما قد بدأت قبل ذلك بسنوات) أربعة برامج فضائية متميزة بينها برنامجان هائلان للقوتين العظميين في ذلك الوقت ومعهما برنامجان أصغر بأهداف وطموحات أقل غير أنهما يتميزان بصفة قاطعة لا خلاف عليها وهي الاعتماد على التكنولوجيا الذاتية، وهذان هما البرنامج الفرنسي - الأوروبي والبرنامج الصيني.

وفي مرحلة تالية -في منتصف السبعينيات- دخلت مضمار السباق دولة خامسة هي اليابان، غير أن دخولها كان من منطلق اقتصادي - إستراتيجي أكثر منه من منطلق سياسي - إستراتيجي، إذ بدا من الواضح أن تقنيات الفضاء سيكون لها عائد اقتصادي هائل يقدر بعشرات البلايين من الدولارات سنويا وأن الجزء الأكبر من حصيلة هذا العائد سيكون للدول التي تتمكن من تطوير قدراتها في هذا المجال بحيث تستطيع أن تقتطع لنفسها حصة كبيرة من هذه الكعكة الهائلة، ولم يكن من الطبيعي وفي ظل نموها الاقتصادي الهائل أن تظل اليابان عملاقا اقتصاديا وقزما سياسيا وإستراتيجيا، لذلك؛ فمن اعتبارات تماشي النمو الإستراتيجي مع النمو الاقتصادي وتمهيدا لدور سياسي في المستقبل يتلاءم مع وزنها الاقتصادي دخلت اليابان هذا المضمار.

ولاعتبارات سياسية وعسكرية إقليمية دخلت كل من الهند وإسرائيل هذا المجال، إذ كانت كلا منهما تخشى من انحسار الغطاء العسكري عنهما وهما دولتان تعيشان في منطقتي توتر عال، واتسمت برامجهما بصبغة عسكرية واضحة غير أن الهند من جانب آخر خطت خطوات كبيرة في استخدامات الفضاء للأغراض الاجتماعية التعليمية والصحية والسكانية كما سوف نري في الفصول المخصصة لذلك.

وبطبيعة الحال فإن عماد أي برنامج فضائي مستقل هو القدرة على حمل المركبات الفضائية ووضعها في مداراتها المختارة للأغراض المختلفة، ويعتمد هذا أساسا على تطوير صناعة قاذفات الإطلاق وهي صناعة إستراتيجية وضرورية لتحقيق التطوير المستقبلي لصناعات الفضاء جميعها، وبذلك فإن المقياس المقبول للدولة الفضائية هو امتلاكها صناعة قاذفات إطلاق قوية، ولا يعتد في غياب هذه الصناعة بتقدم الدولة في صناعات الإلكترونيات أو الاتصالات أو الأقمار الصناعية، إذ تظل الدولة في غياب القدرة على الإطلاق، رهينة اعتمادها على دول أخرى لوضع أقمارها في مداراتها أو الحصول على معلومات استطلاعية معينة أو غير ذلك، الأمر الذي قد يهدده بطبيعة الحال تغير الظروف الدولية.

ومن هنا فإن اعتبار دخول الدولة في مجموعة الدول الفضائية يمكن قياسه بإمكان وضع قمر صناعي -أيا كان حجمه- في المدار على متن قاذف فضائي من صنعها.

ولا يدخل في عداد الدول التي ينطبق عليها هذا التعريف حاليا إلا سبع دول[1] أو مجموعة دول هي روسيا والولايات المتحدة ومجموعة الدول الأوروبية المشتركة في وكالة الفضاء الأوروبية والصين واليابان والهند وإسرائيل، وتأتي البرازيل في عداد الدول التي ينتظر انضمامها إلى هذه المجموعة قريبا.

ويوضح الجدول التالي الترتيب الزمني الذي حققت فيه الدول الفضائية المختلفة هذا الإنجاز:

جدول 6–3 : الترتيب الزمني لدخول الدول إلى عصر الفضاء

	اسم الدولة	تاريخ الإطلاق الأول	نوع القاذف	الحمولة	اسم القمر الأول	الفترة منذ بداية عصر الفضاء
1	الإتحاد السوفييتي (السابق)	4 أكتوبر 1957	SL–1	1300	سبوتنيك–1	–
2	الولايات المتحدة	31 يناير 1958	جوبيتر		اكسبلورر–1	أربعة أشهر
3	فرنسا	26 نوفمبر 1965			استريسك A–1	8 سنوات
4	اليابان	11 فبراير 1970	L–4S	52	أوسومي	12.5 سنة
5	الصين	24 أبريل 1970			تونج–فانج–هونج	12.5 سنة
6	بريطانيا	28 سبتمبر 1971			برسبيرو	14 سنة
7	الهند	18 يوليو 1980		35	روهيني–2	23 سنة
8	اسرائيل	19 سبتمبر 1988		155	أفق–1	31 سنة

أولويات الإنفاق الفضائي في العالم

ومما يساعد أيضا على تقدير حجم برامج الفضاء في مختلف دول العالم استعراض الميزانية التي تخصصها كل منها للنشاط السلمي في الفضاء، والأرقام الواردة في الجدول التالي هي من ميزانيات 1993 غير أنها تعطي صورة تقريبية لحجم النشاط النسبي لكل دولة.

جدول رقم 6–4 : ميزانيات البرامج السلمية للدول الفضائية (1993)

الترتيب	الدولة	ميزانية البرنامج الفضائي – 1993 (بليون دولار)
1 2	الولايات المتحدة (ناسا) مجموعة الدول المستقلة	13.3 الرقم غير متاح
3	وكالة الفضاء الأوربية ESA	3.7
4	فرنسا (يشمل الإسهام في ESA)	1.8
5	الصين	1.35
6	اليابان	1.8
7	المانيا (يشمل الإسهام في ESA)	1.1
8	كندا	411 مليون دولار
9	ايطاليا	470 مليون
10	بريطانيا	260 مليون
11	الهند	230 مليون
12	اسرائيل	لا توجد أرقام متاحة

مراجع وهوامش
(الباب السادس)

الفصل الأول

(1) السوفييت في الفضاء ـ مجلة العلوم الكويتية ـ المجلد 6 العدد 8 أغسطس 1989 ـ مترجم عن Scientific American, Feb. 1989.

(2) أكثر من 90٪ من النشاط الفضائي داخل الاتحاد السوفييتي السابق كان يتم داخل روسيا وهناك جزء من نشاط تطوير قاذفات الإطلاق كان يتم في أوكرانيا كما أن قاعدة مهمة من قواعد الإطلاق الفضائي تقع داخل كازاخستان.

(3) International Reference Guide to Space Launch Systems 1991 Edition, Steven lsakowitz, American Institute for Aeronautics and Astronautics.

(4) من بين الأحداث التي توضح بشكل درامي تأثير انهيار الاتحاد السوفييتي في برنامج الفضاء مصير المكوك الفضاء الروسي، فبعد إلغاء برنامج تطوير هذا المكوك ظهر إعلان في الصحف الروسية يعرض المكوك للبيع بثلاثة ملايين (وليس بلايين) دولا ولما لم يتقدم لشرائه أحد وضع في إحدى الحدائق العامة لعرضه للجمهور.

الفصل الثالث

(5) الدول التي حققت إنجاز إطلاق قمر صناعي بوسائل ذاتية هي ثماني دول، غير أن بريطانيا لم تستمر في برنامجها الفضائي وليس لديها الآن وسائل إطلاق ـ انظر الفصل الأول من الباب السابع: أوروبا في الفضاء.

الباب السابع
أوروبا في الفضاء

١ بريطانيا . امتلاك التكنولوجيا لا يعوض نقص الإرادة السياسية

تعتبر قصة بريطانيا في الفضاء مثالا فريدا على الفرص الضائعة لدولة امتلكت التكنولوجيا مبكرا حتى أنها كانت في مقدمة الدول الأوروبية في مجال الفضاء في الستينيات، لكنها افتقدت الإرادة السياسية التي تحول هذا السبق المبكر إلى مكانة دائمة وبذلك خرجت من السباق الإستراتيجي الكبير للنصف الثاني من القرن العشرين وحكمت على نفسها بأن تظل دولة هامشية في مجال الفضاء[1].

بدأت بريطانيا العمل في عقد الخمسينيات في صاروخ اختباري ذي وقود صلب هو سكاي لارك ووصلت إلى تصنيع صاروخ ذي ثلاث مراحل من هذا الطراز يستطيع حمل 135كجم إلى ارتفاع 800كم. وفي الوقت نفسه كانت تعمل في تطوير صاروخ ذي مرحلة واحدة يعمل بالوقود السائل عرف باسم Black Knight. كما أنها حصلت على رخصة لتطوير الصاروخ الأمريكي أطلس ويعمل

أيضا بالوقود السائل تحت اسم بلوستريك. وقد أوقفت بريطانيا تطوير قاذف خفيف بني على أساس هذا الصاروخ في عام 1960 غير أنه اتخذ أساسا للمرحلة الأولى للمشروع الأوروبي الأول وهو القاذف «أوروبا» والذي تم التخلي عنه هو نفسه في بداية السبعينيات.

وفي عقد الستينيات، عملت بريطانيا على تطوير قاذف خفيف بني على أساس الصاروخ «بلاك نايت» وهو القاذف «بلاك آرو» وتم إطلاق أربع تجارب ناجحة منه في الفترة 1969-1971. وقد قدر لهذا القاذف أن يكون مدخل بريطانيا إلى عصر الفضاء وفي الوقت نفسه قصة فشل كبرى تستحق أن تروى بشيء من التفصيل لما فيها من عبرة تتعلق بالإرادة الوطنية.

في 27 يونيو 1969 كان برنامج الفضاء البريطاني قد وصل إلى مرحلة تسمح باختبار القاذف بلاك آرو المعد ليحمل قمرا صناعيا بريطانيا إلى الفضاء. وتم الإطلاق الاختباري الأول للصاروخ من قاعدة «ووميرا» في أستراليا باستخدام مرحلتين فقط مع مرحلة ثالثة فارغة، ولسوء الحظ فقد انحرف الصاروخ عن مساره بعد دقيقة واحدة وكان لابد من تدميره.

وكان الاختبار الثاني في 4 مارس 1970، وكان اختبارا ناجحا للطيران تحت المداري تمهيدا لمحاولة وضع قمر صغير في المدار. وكان الإطلاق الحاسم لهذا الصارو خ في 2 سبتمبر 1970، وقد فشل ذلك الإطلاق لأن محرك المرحلة الثانية انطفأ مبكرا بمقدار ثلاث عشرة ثانية، وبذلك لم تتمكن المرحلة الثالثة من الوصول بالقمر إلى السرعة الضرورية للإطلاق المداري.

وكانت كل هذه النجاحات والانتكاسات مراحل طبيعية لبرنامج يتحرك تدريجيا نحو أهدافه، غير أنه يبدو أن عزيمة الإنجليز كانت قد خارت تماما عند ذلك إذ إنهم في يوليو 1971 اتخذوا قرارا بإيقاف العمل في برنامج القاذف بلاك آرو، وكان هذا قرارا غريبا في حد ذاته في ضوء التطور الطبيعي للبرنامج، غير أنهم اتخذوا معه قرارا أغرب باستمرار اختبار القاذفات التي تم تصنيعها بالفعل د ون أن يكون هناك قرار بدعم العمل في البرنامج. وهكذا في 28 سبتمبر 1971 أطلق آخر قاذف من صواريخ «بلاك آرو» وكان -لدهشة البريطانيين والعالم- إطلاقا ناجحا دون أي مشكلات! وأمكن وضع القمر الصناعي «برسبيرو» الذي يزن نحو 70

كيلوجراما- وهو أول وآخر قمر صناعي بريطاني يوضع في المدار بوساطة قاذف بريطاني- في مدار أرضي بيضاوي يرتفع 547كم في أدنى نقطة و1582كم في أعلاها.

ولم يفلح هذا النجاح في إعادة الحياة إلى البرنامج البريطاني الذي كان قد توقف بالسكتة القلبية منذ شهور لانعدام الإرادة السياسية. وهكذا فشلت بريطانيا فضائيا في لحظة نجاحها نفسها.

وكان اشتراك بريطانيا بعد ذلك في مجال الفضاء من خلال مشاركتها مع الولايات المتحدة ومن خلال المنظمة الأوروبية للفضاء وبرامج دولية أخرى غير أنها لم تصبح أبدا دولة عظمى في الفضاء.

2 فرنسا تقتحم الفضاء وتجذب معها أوروبا

على العكس تماما من بريطانيا، كانت فرنسا مصممة منذ البداية على اقتحام الفضاء كوسيلة لإثبات تفوقها التكنولوجي ولتعزيز موقفها القومي. واقترنت هذه السياسة، التي وضعها الجنرال شارل ديجول والذي تولى الرئاسة في 1958، بقرار تطوير قدرة فرنسا النووية والتي كانت في حاجة إلى وسيلة لحمل الرؤوس النووية بعيدا عن سيطرة القوتين الأكبر في ذلك الوقت.

وهكذا بدأ العمل في تطوير عدة قاذفات في الوقت نفسه، وحاولت فرنسا أن تجذب أوروبا معها إلى هذا المجال غير أنها وجدت العراقيل والصعوبات في طريقها من بريطانيا التي كانت أميل إلى ترك المظلة النووية والغطاء الفضائي للولايات المتحدة، ومن دول أوروبا التي لم تكن في ذلك الوقت تملك الإرادة السياسية الجماعية.

وهكذا قررت فرنسا المضي في الطريق وحدها لتطوير قدرتها الذاتية على إطلاق جسم إلى الفضاء مع استمرارها في المشاريع المشتركة مع كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي.

المركز الوطني لدراسات الفضاء CNES

وفي عام 1962 قررت فرنسا أن تضع أنشطتها المتعددة في مجال الفضاء تحت مظلة واحدة، وهكذا أنشىء «المركز الوطني لدراسات الفضاء Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)»، وكلفت هذه الهيئة الجديدة التنسيق والإشراف على سياسات وصناعات الفضاء الفرنسية. وكانت هذه الخطوة بداية قوية لبرنامج الفضاء الفرنسي الذي نما نموا سريعا. فمن بداية متواضعة بسبعة وعشرين شخصا في عام 1962 وصلت CNES إلى مائة ضعف هذا الرقم عام 1991.

وحاليا توجد لـ CNES أربعة مراكز رئيسية هي المركز الرئيسي والإدارة في باريس، وبرنامج تدريب الفضائيين وتطوير مركبة الفضاء هيرمس في «تولوز»، ومركز تطوير المركبات غير المأهولة في «إفري» بالإضافة إلى قاعدة الإطلاق الفرنسية والمستخدمة حاليا للقاذف «أريان» وهي في «كورو» بغيانا الفرنسية على ساحل أمريكا الجنوبية.

الصاروخ ديامان Diamant

كانت أولى مهام CNES هي تطوير صاروخ فرنسي قادر على حمل قمر إلى المدار، وهكذا ولد برنامج الصاروخ «ديامان - الماسة»[1] وهو صاروخ ذو ثلاث مراحل مبني على صاروخ سابق ذي مرحلتين هو الصاروخ «سافير».

وصلت قدرة الصاروخ ديامان إلى حمل قمر يزن 80 كجم إلى المدار أطلق عليه اسم A-1 أو «استريسك»،وكان ارتفاع الصاروخ 18,75 متر وقطره 1,4 متر ويزن ثمانية عشر طنا، وكان ذا ثلاث مراحل، الأولى منها بالوقود السائل والمرحلتان الثانية والثالثة ذواتا وقود صلب.

وفي 26 نوفمبر 1965 تم إطلاق القمر بنجاح إلى المدار. وبذلك أصبحت فرنسا ثالث دولة (بعد الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة) تطلق قمرها الصناعي الخاص بها بوساطة وسيلة إطلاق من صنعها -وقد أطلق الصاروخ ديامان اثنا عشر إطلاقا وتوقف البرنامج في سبتمبر 1975- وفي عام 1964 قررت فرنسا إنشاء قاعدتها الخاصة للإطلاق (وهي قاعدة «كورو» بغيانا الفرنسية) وتم استخدام هذه القاعدة في مارس 1970.

غير أن فرنسا لم تدخل برامج الفضاء على قدم واحدة، فبينما كانت

تطور وسائل إطلاقها الذاتية ممثلة في القاذف «ديامان» فإنها دخلت أيضا في برامج مشتركة مع الولايات المتحدة كان أبرزها قمرين للاتصالات بالاشتراك مع ألمانيا في برنامج «سيمفوني» على متن قاذفات دلتا-ثور الأمريكية، وقد تم إطلاقها إلى مدار الثبوت الجغرافي Geostationary Orbit وهو مدار بعيد يصل ارتفاعه إلى 36000كم فوق سطح الأرض.

كما كان هناك تعاون كبير بين فرنسا والاتحاد السوفييتي بدأ منذ عهد الجنرال ديجول الذي وقع في عام 1966 معاهدة فرنسية ـ سوفييتية للتعاون الفضائي، وكان أول غربي يزور قاعدة بايكانور السوفييتية السرية في ذلك الوقت، وأسفر هذا التعاون الفرنسي ـ السوفييتي عن إجراء عدة تجارب فرنسية على متن أقمار صناعية سوفييتية. وامتد هذا التعاون إلى القمر والكواكب حيث حملت المركبة القمرية لونخود والرحلات السوفييتية للزهرة والمريخ أجهزة فرنسية.

وفي الوقت نفسه الذي تساهم فيه فرنسا بقسط كبير في برامج وكالة الفضاء الأوروبية فإنها تطلق أقمارا صناعية خاصة بها لاستخدامها لأغراضها الوطنية. وأهم هذه الأقمار هو قمر الاستشعار الفرنسي «سبوت» والذي فتح مجال مسح موارد الكرة الأرضية للاستغلال التجاري بالإضافة إلى عدة أقمار أخرى للاتصالات.

وهناك برنامج فرنسي للفضاء المأهول يتم عن طريقه إعداد رواد الفضاء الفرنسيين للسفر في الفضاء في رحلات مشتركة على متن مركبات الفضاء السوفييتية والأمريكية. وطبقا لهذا البرنامج فقد زار الفضاء الفرنسي جان لوب كريتيان في 1982 محطة الفضاء السوفييتية ساليوت-6 على متن مركبة النقل السوفييتية سويوز ت-6، ثم تلاه رائد آخر على متن مكوك الفضاء الأمريكي. وفي 1988 زار كريتيان مرة أخرى محطة الفضاء ساليوت-7 وخلال تلك الزيارة التي استمرت ثلاثة أسابيع قام بالمشي في الفضاء ليكون أول أوروبي من خارج روسيا يقوم بهذه التجربة.

3 ألمانيا في مجال الفضاء

كان يجب أن تكون ألمانيا هي الدولة الأولى في الفضاء دون منازع إذا قسنا بتقدمها في هذا المجال الجديد خلال الحرب العالمية الثانية، فكل برامج الصواريخ في الدول المنتصرة في تلك الحرب اعتمدت على برامج وضعها العلماء الألمان الذين تم ترحيلهم إلى دول الحلفاء بعد سقوط برلين.

وفي الحقبة الحديثة عاد دور ألمانيا إلى الظهور بشكل مختلف من خلال وكالة الفضاء الأوروبية ESA، فألمانيا هي ثاني أكبر ممول لأنشطة ESA بعد فرنسا وتشترك في معظم مشروعات تلك الوكالة. ومعظم مشروعات ألمانيا تتم في إطار مشترك مع دول أوروبية غربية أخرى، ولعل ذلك يتصل أكثر بالجو السياسي لأوروبا في السبعينيات والثمانينيات أكثر مما يتعلق بقدرة ألمانيا على القيام بهذه المهام وحدها سواء من الناحية الفنية أو التمويلية.

وتركز ألمانيا على صناعة الأقمار الصناعية لمختلف الأغراض وتصميم وتنفيذ التجارب العلمية في الفضاء، وتهتم بشكل مكثف ببرامج الفضاء المأهولة الخاصة بأوروبا. غير أن ألمانيا لم تسع إلى بناء قدرة إطلاق مستقلة تجنبا لمخاوف الدول

الأوروبية من عودة النشاط العسكري الألماني، ولذلك تستخدم ألمانيا قاذفات من دول أخرى لإطلاق أقمارها.

المهام الفضائية الألمانية

كان القمر المسمى «آزور-1 Azur» وهو قمر علمي أطلق في 8 نوفمبر 1969 هو القمر الألماني الأول، وتم إطلاقه على متن القاذف الأمريكي «سكاوت Scout» لدراسة الحزام الإشعاعي للأرض، واتبعت ألمانيا هذا القمر بعدة أقمار أخرى أطلقت بوساطة القاذف الفرنسي «ديامان» والقاذف الأمريكي «سكاوت».

وتبع ذلك مهمة طموح في ديسمبر 1974 بالاشتراك مع الولايات المتحدة لإطلاق مركبتين فضائيتين تمران بالقرب من الشمس لقياس الرياح الشمسية والمجال المغناطيسي بين الكواكب والأشعة الكونية وهما المركبة «هليوس-1» و«هليوس-2». وقد أطلقت المركبة الأولى في هذا البرنامج في 10 ديسمبر 1974 بوساطة القاذف الأمريكي تيتانIII ومرت على بعد 46,4 مليون كيلو متر من الشمس. وفي 15 يناير 1976 أطلقت المركبة «هليوس-2» ومرت على بعد 43,5 مليون كيلو متر من الشمس، كما شاركت ألمانيا في المهمة الأمريكية «جاليليو» إلى كوكب المشتري «جوبيتر».

ومن أهم المشروعات التي شاركت فيها ألمانيا مشروع معمل الفضاء الأوروبي وهو معمل مكيف الضغط يحمل في بطن مكوك الفضاء وبداخله فنيين وعلماء لإجراء التجارب، وقد تم أول إطلاق له في 28 نوفمبر 1983 وسيأتي ذكره بتفصيل أكثر عند الحديث عن البرنامج الأوروبي في الفضاء.

وفي أكتوبر 1985 صممت ألمانيا ونفذت مهمة في الفضاء حملت فيها اثنين من الألمان مع ستة آخرين من أمريكا وأوروبا على متن مكوك الفضاء تشالينجر لإجراء تجارب علمية خاصة بالمواد الفضائية وبطب الفضاء، ويتوقع أن تستخدم ألمانيا الخبرة المكتسبة من برنامج معمل الفضاء في برنامج المركبة الفضائية الأوروبية «كولمبوس».

أقمار الاتصالات

في أواخر السبعينيات اشتركت ألمانيا مع فرنسا في تطوير شبكة أقمار

الاتصالات المسماة «سيمفوني»[1] والتي شملت قمرين وضعا في مدار الثبوت الجغرافي، وفي أواخر الثمانينيات أطلقت ألمانيا على متن القاذف الأوروبي «أريان» مجموعة أقمار للبث التليفزيوني وهي TVsat و DFS كوبرنيكوس لتستكمل شبكة الاتصالات والبث فوق ألمانيا.

4 البرنامج الأوروبي في الفضاء

نشأة برنامج الفضاء الأوروبي

كانت فرنسا هي صاحبة السبق في الدعوة لبرنامج فضائي أوروبي مستقل عن القوتين العظميين، ونتيجة لجهودها المتصلة تكونت أول منظمة أوروبية للفضاء وهي «المنظمة الأوروبية لأبحاث الفضاء» ESRO أو European Space Research Organization في عام 1964 من عشر دول أوروبية بهدف تدعيم التعاون في الفضاء للأغراض السلمية. وكانت هذه أول منظمة دولية تجعل استخدام الفضاء للأغراض السلمية هدفا صريحا لها، وكان هذا بعد سبع سنوات فقط من بداية عصر الفضاء. ونجحت ESRO نجاحا كبيرا وتمكنت من تطوير سبعة أقمار علمية أطلقت جميعها على متن قاذفات أمريكية، وخصصت هذه الأقمار لدراسة الهالة الشمسية وطبقة الأيونوسفير، وخصص واحد منها لدراسة المجال المغناطيسي للأرض وآخر لدراسة الرياح الشمسية.

وعلى التوازي مع منظمة ESRO والتي كانت تعمل لتطوير أقمار علمية كونت ست دول هي فرنسا وألمانيا وإيطاليا والمملكة المتحدة وبلجيكا وهولندا منظمة لتطوير صواريخ الإطلاق وهي «المنظمة

الأوروبية لتطوير القاذفات ELDO»، ووضعت برنامجا طموحا لتطوير قاذف للإطلاق سمي «أوروبا» يستخدم الصاروخ البريطاني «بلوستريك» كمرحلته الأولى مع مرحلة ثانية تبنيها فرنسا وألمانيا.

غير أن القاذف «أوروبا» تعرض لانتكاسة عندما فشل أول إطلاق لقمر صناعي هيكلي في 1970. ومع ذلك فقد مضت فرنسا في خططها لإطلاق «أوروبا-2» والذي تعرض أيضا للفشل في إطلاق اختباري في نوفمبر 1971.

وزاد من صعوبة الأمر أن بريطانيا ألغت برنامجها للصاروخ «بلو ستريك» في يونيو 1971 والذي كان يمثل المرحلة الأولى لكل من «أوروبا» و«أوروبا-2». وكان من نتائج هذا الفشل المتكرر أن ألغي برنامج القاذف «أوروبا» وتم حل منظمة ELDO والتي حلت مكانها فيما بعد «وكالة الفضاء الأوروبي ESA».

ورغم الفشل فقد قررت CNES الفرنسية المضي قدما في برنامجها نحو تطوير قاذف قوي يمكن الاعتماد عليه لإطلاق أقمار صناعية إلى مدار ثابت جغرافيا Geostationary Orbit حول الأرض.

وكالة الفضاء الأوروبية وأسلوب المشاركة الدولية

في ديسمبر 1973 أنشئت وكالة الفضاء الأوروبية ESA «إيسا» بهدف «تحقيق التعاون لأغراض سلمية بحتة بين دول المجموعة الأوروبية في أبحاث وتقنيات الفضاء وتطبيقاتهما»، وتكونت الوكالة الأوروبية للفضاء من أربعة عشر عضوا هم: فرنسا وألمانيا وإيطاليا وبلجيكا والسويد والنرويج وإسبانيا وبريطانيا والدانمارك وأيرلندا وهولندا وسويسرا والنمسا ودولة غير أوروبية هي كندا وعضو منتسب هو فنلندا.

وكانت فرنسا دائما هي القوة المحركة وراء وكالة الفضاء الأوروبية ESA والمشارك الأكبر في نفقاتها، فعلى سبيل المثال كانت مساهمات الدول الرئيسية المشاركة في «إيسا» في عام 1994 هي 26٪ لفرنسا و19٪ لألمانيا و15٪ لإيطاليا، وهذه الدول الثلاث بالإضافة إلى الأرباح التجارية للنشاط الفضائي تغطي نحو ثلاثة أرباع ميزانية وكالة الفضاء الأوروبية. وتصل ميزانية ESA إلى ثلاثة آلاف مليون دولار سنويا.

ويوضح الجدول رقم (7-1) نسب مساهمات الدول الأوروبية الأربع عشرة وكندا في ميزانية وكالة الفضاء الأوروبية.

ومن إعلان إنشاء المنظمة الأوروبية ESA نرى أنها أنشئت بدافع تنمية الاستخدام السلمي للفضاء منذ البداية، كما أنها اعتمدت منذ إنشائها أسلوب توزيع العائد التكنولوجي على أعضائها بنسبة مشاركتهم في رأس المال. ومن المفيد النظر إلى تكوين وكالة الفضاء الأوروبية وكيفية عملها حيث إنها تمثل نموذجا لمنظمة تضم عددا كبيرا من الأعضاء في مراحل مختلفة من النمو التقني وقدرات مختلفة على التمويل والاستفادة من برامج الفضاء.

وتنقسم البرامج التي تقوم بها وكالة الفضاء الأوروبية إلى نوعين: برامج ملزمة وبرامج اختيارية، ويساهم جميع الأعضاء في البرامج الملزمة، وهي عموما البرامج العلمية، وإن كان حجم الإسهام فيها يتغير طبقا لصيغة تأخذ في الاعتبار حجم اقتصاد الدولة وقيمة عملتها وغير ذلك. أما البرامج الأخرى مثل القاذف أريان والناقلة الفضائية أو مكوك الفضاء Space Shuttle هيرميس Hermes والمحطة الفضائية كولمبس فهي برامج اختيارية وتقوم بالعبء الأكبر فيها إحدى الدول الرئيسية في المنظمة.

ويسمح تشكيل الوكالة الأوروبية بأن تركز كل دولة جهودها في الاتجاه الذي تريده والمشروع الذي تريد الإسهام فيه بالقدر الأكبر بما يتفق مع اهتماماتها ومصالحها الوطنية، وعلى ذلك نجد أن فرنسا تضع الجهد الأكبر في تطوير القاذف «أيريان» الذي تساهم فيه بما يصل إلى نحو ستين في المائة من تكاليفه بينما تركز ألمانيا جهودها في مشروع معمل الفضاء الذي قررت أن تتحمل أكثر من نصف نفقاته، وفي الوقت نفسه فإن بريطانيا اختارت أن تستثمر في أقمار الاتصال الفضائية التابعة للوكالة والتي تتوقع أن يكون لها عائد تجاري مناسب.

ومن ناحية توزيع العائد التكنولوجي فإن أنظمة وكالة الفضاء الأوروبية تسمح بتوزيع العائد التقني أو حجم المشروعات الهندسية المصاحبة لمشروع ما، والتي تولد عمالة ونشاطا اقتصاديا ومعارف تقنية مكتسبة داخل الدولة المنفذة، بحيث يتناسب مع الإسهام المالي للدول المشاركة في المشروع. وبذلك حلت أوروبا مشكلة الضغوط السياسية والانتخابية داخل كل دولة من الدول الأعضاء في المنظمة واختلاف أولويات هذه الدول، وهو أسلوب يمكن أن يحتذى في منطقتنا العربية إن توافرت فيها في وقت ما العزيمة السياسية

للدخول في مجال استخدام الفضاء (سوف نعود لهذه النقطة المهمة بإذن الله في الباب السابع عشر والأخير والذي يتناول العرب وعصر الفضاء).

جدول رقم 7 – 1

نسب مساهمات الدول الأوروبية وكندا في ميزانية وكالة الفضاء الأوروبية [4]

الدولة	نسبة المساهمة 1989	نسبة المساهمة 1995
1 – فرنسا	23.30%	26.70%
2 – ألمانيا	18.10%	19.10%
3 – ايطاليا	11.40%	14.61%
4 – المملكة المتحدة	5.30%	6.50%
5 – بلجيكا	3.50%	4.90%
6 – أسبانيا	2.80%	4.04%
7 – هولندا	2.20%	2.58%
8 – سويسرا	1.70%	2.38%
9 – السويد	1.90%	2.29%
10 – النمسا	0.60%	1.05%
11 – الدانمارك	0.80%	0.85%
12 – النرويج	0.60%	0.77%
13 – كندا	0.90%	0.66%
14 – فنلندا	0.10%	0.42%
15 – ايرلندا	0.20%	0.20%
مصادر أخرى	26.60%	13.57%

برامج وكالة الفضاء الأوروبية

ركزت وكالة الفضاء الأوروبية على دعم وتطوير القدرة الذاتية لإطلاق أقمار ومركبات فضائية لأغراض مختلفة، ولم تكتف -بدفع من فرنسا- بتطوير صناعات الفضاء التطبيقية فقط بل استهدفت منذ البداية إيجاد وسيلة مجربة يعتمد عليها لوضع الأقمار الصناعية في مداراتها المطلوبة، وكان عماد هذه السياسة هو القاذف الناجح «أريان» الذي أثبت من خلال مراحل متتالية من التطوير وعدد كبير من الإطلاقات والوثوق بنسبة عالية

في نجاح إطلاقاته.

وهذا هو العامل الأول في النجاح التجاري لأي قاذف نظرا للاستثمار الضخم الذي ينفق في بناء الأقمار الصناعية ومركبات الفضاء وتعرض هذا الاستثمار للضياع في حالة فشل الإطلاق.

ونظرا لنجاح «أريان» المطرد أمكن بعد سنوات من تجربته تقديمه إلى العالم كوسيلة تجارية مضمونة لحمل الأقمار الصناعية إلى مداراتها للأغراض المختلفة، وهو الآن أحد أعمدة وسائل النقل الفضائي العالمي مع القاذف الصيني «لونج مارش» ومكوك الفضاء الأمريكي.

وبالإضافة إلى «أريان» فإن وكالة الفضاء الأوروبية عملت على تطوير معمل الفضاء الأوروبي «سبيس لاب» والناقل الفضائي «هيرمس» ومحطة الفضاء «كولمبس»، وهناك أيضا عدد من البرامج العلمية وإطلاق أقمار الاتصالات وبرامج الاستخدامات السلمية للفضاء.

ويوضح الجدول (7-2) نسب إنفاق وكالة الفضاء الأوروبية على البرامج المختلفة.

جدول رقم (7-2): أهم البرامج الفضائية الأوروبية ونسب الإنفاق عليها

النشاط	نسبة الإنفاق 1994
نظم الإطلاق الفضائية	38%
المسح الفضائي	16%
التجارب العلمية	13%
الإتصالات	10.6%
محطة الفضاء	5.1%
بحوث الجاذبية الضعيفة	3.5%
برامج مشتركة	2.4%
إدارة وميزانية عامة	11.7%

أريان: المغامرة الأوروبية الناجحة في مجال الفضاء

يقف القاذف الأوروبي «أريان» مثالا متميزا على النجاح في عالم الفضاء الخارجي مستقلا عن القوتين الكبيرتين. وقد بني برنامج «أريان» منذ

البداية على الاستغلال التجاري للفضاء الخارجي، غير أن تاريخه لم يكن كله سلسلة من النجاحات، فقد تعرض البرنامج لنكسات أوشكت أن تودي به عدة مرات، غير أن الإرادة الصلبة لفرنسا وإصرارها على أن يكون لأوروبا إمكاناتها المستقلة في عالم الفضاء الخارجي قادت أريان من احتمالات الفشل إلى حصوله حاليا على مايقرب من 60٪ من سوق الإطلاق التجاري إلى الفضاء.

وبينما كانت الولايات المتحدة تضع ملامح برنامجها للاستغلال التجاري للفضاء بإطلاق «مكوك الفضاء»، قررت ESA في عام 1973، بدفع من فرنسا المشارك الرئيسي، اعتماد برنامج يقوم على تكنولوجيا القاذفات التقليدية والتي كانت قد بلغت درجة كبيرة من النضج في أواخر الستينيات. ولشدة اهتمام فرنسا بتدعيم وضعها كدولة فضائية أبدت استعدادها لتمويل نحو ثلثي المشروع، وهكذا ولد مشروع القاذف «أريان». وكان توزيع مساهمات الدول المختلفة في مشروع أريان انعكاسا للأهمية التي توليها كل منها لبرنامجها الفضائي. وأما المقياس الآخر فهو نسبة الإنفاق على أبحاث الفضاء من جملة الدخل القومي، وبالنسبة للإنفاق على أريان فقد كانت النسب على النحو التالي:

جدول رقم 7 – 3 :نسب مساهمة الدول الأوروبية في مشروع القاذف أريان

الدولة	نسبة المساهمة	الدولة	نسبة المساهمة
فرنسا	58.48%	اسبانيا	2.5%
ألمانيا الغربية	19.6%	السويد	2.4%
بلجيكا	4.4%	هولندا	2.2%
ايطاليا	3.6%	الدانمارك	0.70%
بريطانية	3.17%	ايرلندا	0.25%
سويسرا	2.7%		

ومما يلفت النظر في هذا الجدول حجم الإسهام الضئيل لبريطانيا، ولعل هذا ليس إلا انعكاسا للحساسية الكبيرة التي كانت، ولا تزال، تجدها بريطانيا في أي مشروعات أوروبية مشتركة وميلها نحو جارتها الأنجلوفونية الكبيرة عبر المحيط الأطلنطي.

تصميم القاذف أريان

يقوم تصميم أريان على أساس كونه قاذفا ذا ثلاث مراحل تعمل محركاته بالوقود السائل، ويستطيع الصاروخ المصمم على هذا الأساس والذي سمي أريان-1 رفع حمولة قدرها 1,85 طن إلى مدار مواكب أو متزامن مع حركة الأرض Geostationary Orbit وهو المدار المسمى بالمدار الجغرافي الثابت والذي يستخدم لأغراض الاتصالات والبث التلفزيوني ويرتفع فوق الأرض بنحو 35800 كيلو متر. أما أريان-2 والذي أضيف إليه صاروخا دعم يستخدمان الوقود الصلب فيستطيع رفع 2,2 طن تقريبا إلى المدار نفسه.

وقد أمكن بإدخال تحسينات على هذا القاذف الأخير، إنتاج أريان-3 الذي يمكنه أن يحمل قمرين صناعيين يزنان معا 2,6 طن إلى المدار المواكب أو المتزامن مع الأرض.

بدأ العمل في برنامج أريان في يوليو 1973، وفي 24 ديسمبر 1979 وبعد ست سنوات ونصف السنة من بدء العمل في القاذف نجح الإطلاق التجريبي الأول لأريان حاملا كبسولة تكنولوجية محتوية على أجهزة قياس واتصال إلى مدارها المستهدف، وبدا أخيرا أن برنامج الفضاء الأوروبي قد أصبح حقيقة واقعة. وبمجرد نجاح أريان-1 بدا واضحا أن هناك حاجة إلى قاذف يستطيع رفع حمولات كبيرة ومتعددة إلى مدارات مختلفة وخاصة إلى المدار الجغرافي الثابت، ومن هنا بدأ العمل في يوليو 1980 في برنامج أريان-2 وأريان-3. وكانت هذه القاذفات المبنية على أريان-1 استجابة لسوق الإطلاق التجارية التي كانت قد بدأت في الظهور وتبلورت احتياجاتها في قاذفات معتمدة متعددة الأغراض. وأدى نجاح إطلاق أريان وفي وقت كانت فيه سوق الإطلاق التجاري في حاجة إلى قاذف معتمد إلى تدفق طلبات الإطلاق من أوروبا ومن الشرق الأوسط وحتى من المنافس الرئيسي الولايات المتحدة، ودفع ذلك النجاح إلى إنشاء شركة تجارية لاستثمار هذا النجاح هي «أريان سبيس». وفي يناير من عام 1982 أعطيت إشارة البدء في تطوير القاذف أريان-4.

القاذف أريان-4

أريان-4 هو القاذف الناجح الذي بنت عليه أوروبا نجاحها في مجال

قاذفات الإطلاق التجارية وقد بدأ إطلاقه في يونيو 1988، واستخدم في 25 فبراير 1992 في إطلاق القمر الصناعي «عرب سات 3» وقمر ياباني آخر من قاعدة كورو في غيانا الفرنسية إلى مدار انتقالي مؤقت يتم تحريك القمر منه إلى أن يصل إلى مداره النهائي. وقد فشل هذا القاذف في فبراير عام 1990 في إطلاق قمرين يابانيين مما اعتبر وقتها نكسة لبرنامج الفضاء الأوروبي، غير أن البرنامج عاد إلى مساره الطبيعي بعد ثلاثة شهور فقط.

ويتكون القاذف «أريان-4» من ثلاث مراحل، تتكون المرحلة الأولى منها من أربعة محركات ذات وقود سائل تكون معا المحرك الرئيسي داخل جسم القاذف بالإضافة إلى أربعة محركات دعم ويبلغ إجمالي قوة الدفع عند الإطلاق 5700 كيلو نيوتن، كما يبلغ الوزن الإجمالي عند الإطلاق 460 طنا، ويستطيع هذا القاذف الضخم إطلاق حمولة وزنها 4,2 طن إلى المدار المواكب للأرض.

ويتميز تصميم «أريان-4» باستخدامه مجموعة من صواريخ الدعم في المرحلة الأولى يمكن تشكيلها حسب المهمة المخصص لها القاذف، ويمكن أن تكون هذه الصواريخ الداعمة من النوع ذي الوقود السائل أو الصلب، ويؤدي هذا إلى مرونة في تطويع الصاروخ للمهام الموجه إليها مما يعتبر ميزة تجارية لا تتوافر لأي قاذف آخر.

ونستطيع هنا أن نضيف بهذا الخصوص تفصيلة فنية للقارىء تساعده على تعرف الطرازات المختلفة من هذا القاذف، فنتيجة للمرونة في تجميع القاذف حسب المهمة يطلق على قاذفات أريان تسميات ترتبط بمجموعة الصواريخ الداعمة المثبتة به فيضاف الحرف «L (Liquid)» إذا كانت الصواريخ من النوع ذي الوقود السائل، ويضاف الحرف «P (poudre)» إذا كانت من النوع الصلب، ويضاف رقم ثان لاسم القاذف Ariane-4 ليدل على عدد الصواريخ الداعمة، وبالتالي فإن Ariane-44L هو طراز من القاذف أريان-4 يضم أربعة صواريخ داعمة ذات وقود سائل، بينما يشتمل Ariane-44LP على صاروخين ذوي وقود سائل واثنين ذووي وقود صلب Ariane 42PG على صروخين يعملان بالوقود الصلب وAriane-40 هو القاذف الأساسي دون إضافات.

وبطبيعة الحال يختلف مقدار الدفع الذي يمكن الحصول عليه، وبالتالي ارتفاع المدار ووزن الحمولة، باختلاف عدد ونوع الصواريخ الداعمة، ويتراوح الحمل الذي يمكن إطلاقه إلى المدار المواكب للأرض من 2600 كيلو جرام للقاذف من طراز Ariane-42P إلى 4200 كيلو جرام للقاذف Ariane-44L وهو أقوى تلك القاذفات.

أريان-5: الأهداف والمهام

يمثل «أريان-5» الجيل الخامس من البرنامج الأوروبي، ويعتبر أحد الأعمدة الثلاثة الرئيسية لبرنامج الفضاء الأوروبي، وهي القاذف أريان-5 ومكوك الفضاء هيرميس ومحطة الفضاء كولومبس. وقد صمم القاذف بحيث يحقق هدفين: أن يكون منخفض التكلفة بشكل يحقق له المنافسة في الإطلاق التجاري وأن يكون مأمونا بما يكفي لاستخدامه في المهام التي بها رواد فضاء.

وسيبنى أريان-5 كقاذف إطلاق متعدد المهام، وتكون مهمته الرئيسية إطلاق أحمال تجارية إلى المدار الثابت الجغرافي، وسوف يكون قادرا على إطلاق حمولتين تزن كل منهما ثلاثة أطنان إلى ذلك المدار على ارتفاع نحو 36 ألف كيلو متر، كما سيمكنه إطلاق حمل واحد يزن 6,9 طن أو ثلاثة أحمال تزن مجتمعة 5,5 طن إلى المدار نفسه.

وستكون المهمة الثانية هي إطلاق مكوك الفضاء الأوروبي «هيرميس» والذي سيحمل ثلاثة من رواد الفضاء، وسوف يحمل أريان-5 مكوك الفضاء إلى مدار يبعد 46300 كيلو متر. وهناك مهمتان أخريان صمم القاذف الأوروبي الجديد ليقوم بهما، وهما حمل أجزاء من محطة الفضاء الأوروبية «كولومبس» إلى مدار يبعد 500 كيلو متر فوق الأرض والأخرى حمل عشرة أطنان من المهام العلمية إلى مدار يبعد 800 كيلو متر.

ويتكون القاذف العملاق أريان-5 من مرحلتين: تعمل المرحلة الرئيسية منهما بمحرك من النوع ذي الدفع البارد[2] وهي تكنولوجيا صعبة ومعقدة وتعتبر مفتاح تطوير القاذفات العملاقة، ويستخدم هذا النوع الغازات السائلة وقودا عند درجات حرارة شديدة الانخفاض، ويستخدم هذا المحرك الأكسجين والهيدروجين السائلين وقودا ويحمل 130 طنا من الأكسجين

السائل و25 طنا من الهيدروجين السائل، ويعطي هذا المحرك دفعا قدره 102 طن.

ويتكون الجزء السفلي من القاذف من صاروخي دعم ذوي وقود صلب يعطيان دفعا قدره 750 طنا عند الإطلاق، ويزن الوقود الصلب داخل الصاروخين 230 طنا.

ويحمل الجزء الأعلى من القاذف أريان-5 محرك المرحلة الثانية، وهو محرك ذو وقود سائل سريع الإشعال. وتعطي هذه المرحلة قوة دفع قدرها 2,8 طن لمدة نحو 800 ثانية.

وقد بدأت اختبارات الإطلاق لأريان-5 في 1995. وفشل أول إطلاق له في 5 يوننيو 1996 أما سفينة الفضاء «هيرميس» فمخطط إطلاقها دون رواد فضاء في عام 1998 وبروادها في 1999.

معمل الفضاء الأوروبي سبيس لاب (28 نوفمبر 1983)

يمثل معمل الفضاء الأوروبي «سبيس لاب» مبادرة أوروبا العلمية في الفضاء، وهو أحد المشاريع الاختيارية لوكالة الفضاء الأوروبية ESA. وحيث إنه مشروع اختياري فمن حق كل دولة أن تحدد مدى مساهمتها فيه، وهناك عادة دولة أوروبية «تتبنى» المشروع الاختياري وتتحمل القسط الأكبر من تكلفته، وفي حالة «سبيس لاب» كانت ألمانيا هي تلك الدولة إذ تحملت 53,3٪ من التكلفة، بينما تحملت إيطاليا 18٪ وفرنسا 10٪ والمملكة المتحدة 6,3٪.

وتم تصميم معمل الفضاء الأوروبي منذ بدايته ليكون متصلا بمكوك الفضاء الأمريكي الذي يحمله في بطن غرفة الحمولة الخاصة به، ويعتمد المعمل على المكوك الفضائي في إمداده بالطاقة وبكل الإمدادات الحيوية اللازمة لتسهيل عمل الرواد به.

ويتكون معمل الفضاء من عدة وحدات اسطوانية مكيفة الضغط قطرها أربعة أمتار وطول كل منها 2,7 متر مزودة بأرفف وتوصيلات لتركيب الأجهزة العلمية التي تتنوع حسب المهمة. ويسمح الجو داخل تلك الوحدات بإقامة وعمل رواد الفضاء في جو مفتوح أي دون ملابس خاصة، ويقيم الرواد بالغرفة الرئيسية بمكوك الفضاء، لكنهم يدلفون إلى المعمل لإجراء

تجاربهم وأخذ قياساتهم عن طريق نفق مكيف الضغط.

ويتصل بالمعمل منصة خارجية تثبت عليها الأجهزة التي لا تحتاج إلى جو خاص أو التي يلزم تعريضها للفراغ الكوني الخارجي، وتتصل هذه المنصة بالداخل بوساطة الأجهزة والتوصيلات التي تسمح بإجراء تجاربها وأخذ القياسات من داخل الوحدة المكيفة.

تم إطلاق المهمة الأولى لمعمل الفضاء الأوروبي على متن مكوك الفضاء كولومبيا في 28 نوفمبر 1983، واستمرت عشرة أيام وحملت عشرات من التجارب العلمية وعالما ألمانيا ضمن طاقم المكوك المكون من ستة أفراد، وتلا ذلك عدة مهام في عام 1985 منها مهمة خاصة بوكالة الفضاء الألمانية وأخرى خاصة بوكالة الفضاء اليابانية.

على أن كارثة تدمير مكوك الفضاء الأمريكي تشالينجر في 1986 (انظر الفصل الثاني من الباب السادس) أدت إلى تأخير خطط إطلاق معمل الفضاء الأوروبي، ورغم أنه استعاد إطلاقه في 1991 في مهمة مخصصة لدراسة العلوم الحيوية Life Sciences فإن ارتفاع التكاليف وما نتج عن كارثة مكوك الفضاء من ضرورة اتخاذ احتياطات كبيرة أدى إلى أن معمل الفضاء «سبيس لاب» لم يصل إلى تحقيق الآمال التي كانت معلقة عليه كوسيلة مرنة وقليلة التكاليف نسبيا لإجراء التجارب العلمية في الفضاء.

المكوك الفضائي الأوروبي «هيرمس»

حتى يمكن أن تحقق الاستقلال في قدراتها الفضائية عن القوتين الأكبر للحقبة القادمة ركزت أوروبا على ثلاثة مشروعات كبيرة ومتكاملة، وهي: القاذف العملاق أريان-5، ومكوك فضائي صغير سمي «هيرمس»، ومحطة الفضاء كولومبس.

والهدف من المكوك الفضائي هو تصميم مركبة متكررة الاستخدام لحمل رواد الفضاء الأوروبيين والإمدادات الخاصة بهم إلى محطة الفضاء الأوروبية. وكما نعلم (انظر الباب الخامس: استيطان الفضاء والمحطات المدارية) فإن روسيا اعتمدت على مركبتي الفضاء سويوز وبروجرس، وهما مركبتان تقليديتان، لحمل الرواد وللإمداد والتموين لمحطتهما المدارية «مير»، بينما اعتمدت الولايات المتحدة أسلوب مكوك الفضاء متكرر الاستخدام

في معظم مهامها الفضائية بعد مهمة «أبوللو».

وكالعادة تبنت فرنسا المشروع باعتباره يحقق الاستقلال عن الولايات المتحدة، بينما امتنعت بريطانيا عن المشاركة فيه بدعوى أنه سيكون باهظ التكلفة ولن يستطيع المنافسة مع المكوك الأمريكي على أي حال.

وقد صمم «هيرمس» ليحمل ثلاثة رواد، ويشبه في شكله العام مكوك الفضاء الأمريكي من حيث إنه مركبة مجنحة تستطيع الهبوط أفقيا من الفضاء، ويحملها إلى الفضاء القاذف أريان-5. غير أن مصير المكوك الأوروبي أصبح الآن غير واضح نتيجة تغير الظروف الدولية واتجاه الدول الفضائية إلى تجميع جهودها في محطة فضائية دولية واحدة.

محطة الفضاء الأوروبية «كولومبس»

مشروع محطة الفضاء الأوروبية «كولومبس» هو أحد العناصر الثلاثة المكونة للبرنامج الفضائي الأوروبي. وتتكون المحطة من وحدة مكيفة الضغط سوف تلحق بالمحطة الدولية، ومعمل فضائي يمكن أن يستعمله رواد الفضاء لإجراء التجارب العلمية، وقمر صناعي للمسح الفضائي، وتسع الوحدة المكيفة بين رائدين إلى ثلاثة رواد وتحمل في بطن مكوك الفضاء الأمريكي وتخصص أساسا لدراسات الجاذبية الضعيفة. أما المعمل الفضائي فسيكون مجهزا لإجراء التجارب العلمية ويمكن خدمته بوساطة المكوك الأوروبي «هيرمس».

علامات بارزة في البرنامج الفضائي الأوروبي

- 1964 - إنشاء المنظمة الأوروبية لتطوير القاذفات ELDO
- 1970 - أول إطلاق تجريبي للصاروخ «أوروبا» ـ الصاروخ ينحرف عن مساره.
- 1971 - الصاروخ «أوروبا-2» ينحرف عن مساره ويتم تدميره.
- 1973 - إنشاء وكالة الفضاء الأوروبية ESA من أحد عشر عضوا.
- 24 ديسمبر 1979 - نجاح إطلاق أول صاروخ فضائي من طراز أريان.
- 19 يونيو 1981 - إطلاق أول قاذف من طراز أريان حاملا قمرين صناعيين.

- 1982 الإطلاق الخامس لأريان يفشل وفقد قمرين صناعيين.

- 7 فبراير 1985 - أريان يطلق القمر الصناعي «عرب سات-1».

- سبتمبر 1987 - نجاح إطلاق القاذف أريان-3 حاملا قمرين صناعيين.

- يونيو 1988 - القاذف الفضائي أريان-4 في أول إطلاق له يضع قمرا صناعيا للأرصاد الجوية في مداره.

- فبراير 1990 - فشل القاذف أريان-4 في الإطلاق يؤدي إلى فقد قمرين صناعيين يابانيين وتوقف برنامج الإطلاق مؤقتا.

- مايو 1990 - القاذف أريان-4 يعود إلى الإطلاق بنجاح.

- 1996 اختبارات الإطلاق لأريان-5.

- 1998 أريان-5 يحمل مكوك الفضاء الأوروبي هيرمس إلى الفضاء دون رواد فضاء.

- 1999 أريان-5 يحمل هيرمس إلى الفضاء برواده.

هوامش ومراجع
(الباب السابع)

الفصل الأول

(1) رغم أن بريطانيا كانت الدولة السادسة في الوصول إلى الفضاء فإنها لا تملك حاليا أي قدرات إطلاق ذاتية.

الفصل الثاني

(1) اتخذت جميع الصواريخ الفرنسية أسماء أحجار كريمة مثل Topaze, Rubis, Emerande, Saphir

الفصل الثالث

(1) انظر الباب الثالث عشر: الاتصالات والبث التليفزيوني.

الفصل الرابع

(1) موسوعة جينز للفضاء 1994 ـ 1995.

(2) محركات الدفع على البارد Creygenic engines: وهي محركات تستخدم الوقود السائل مثل الأكسجين والهيدروجين في درجات حرارة شديدة الانخفاض.

الباب الثامن
القوى الفضائية الآسيوية
الصين واليابان

بالتعبير الجغرافي الدقيق فإن القوى الفضائية الآسيوية هي خمس قوى، ثلاث منها متوسطة هي الصين واليابان والهند، ثم هناك إسرائيل والتي تمتلك برنامجا فضائيا صغيرا، وهناك روسيا والتي هي دولة آسيوية بحكم الامتداد الجغرافي. غير أننا عندما نتكلم عن القوى الفضائية الرئيسية فإننا نفرّق بين الصين واليابان وهما قوتان فضائيتان متوسطتان وتشكلان مع أوروبا عنصر التوازن الفضائي مع القوتين الكبريين الولايات المتحدة وروسيا، وبين الهند وإسرائيل اللتين تطوران برنامجين متواضعين نسبيا وتحكمهما ظروف التحديات الإقليمية التي تواجهها كل منهما. ومن هنا فقد أفردنا هذا الباب للقوى الفضائية الآسيوية الكبرى وخصصنا الباب التالي للبرامج الفضائية المحدودة وتضم الهند وإسرائيل.

وإذ كنا بصدد الحديث عن البرامج الفضائية المتوسطة والمحدودة فإنه من المناسب أن نذكر بعض الدول المرشحة للالتحاق بنادي الفضاء في وقت قريب نسبيا. ففي أمريكا اللاتينية تطور كل من البرازيل والأرجنتين برامج فضائية ينتظر أن تصل بها إلى مستوى الإطلاق الذاتي بعد سنوات. وفي أفريقيا لا توجد إلا دولة جنوب أفريقيا التي تملك القاعدة الصناعية والعلمية والطموح لتنفذ برنامجا فضائيا. وفي هذا الصدد يجب أن نذكر أنه لا يوجد في أي من الدول العربية أي مبادرات نحو برامج فضائية مستقلة، مع أن دولة مثل مصر كانت من أوائل الدول في العالم التي أدركت أهمية وضع برنامج فضائي، وكان لها في الستينيات برنامج نشط لتطوير الصواريخ التي هي أساس القاذفات الفضائية.

وتطلق دول عديدة أقمارا صناعية خاصة بها لأغراض الاتصالات والأرصاد والبث التليفزيوني والاستشعار، لكنها تشتري هذه الأقمار وتستأجر لها مكانا وموعدا على إحدى قاذفات الإطلاق التجارية مثل «أريان» الأوروبي أو «لونج مارش» الصيني أو «مكوك الفضاء» الأمريكي، ولا تعتبر هذه الدول دولا لديها برامج فضائية. كما أن لدى عدد من الدول الأوروبية برامج علمية للفضاء في إطار وكالة الفضاء الأوروبية.

١

الصين: قاذفات «المسيرة الطويلة» تحمل الصين إلى أغوار الفضاء

تعتبر تجربة الصين في غزو الفضاء بحق تجربة تستحق الدراسة، خاصة من جانب الدول متوسطة القوة، وكذلك من جانب الدول النامية التي تحاول بناء قدراتها الذاتية في عالم يسيطر عليه الكبار. وتتفرد هذه التجربة بخاصية اعتمادها على قدراتها الذاتية في عالم كان المتصور أنه لا يمكن فيه الانفلات من دائرة الاعتماد التكنولوجية على إحدى القوتين اللتين احتكرتا أسرار صناعات الفضاء لفترة طويلة.

وقد احتلت الصين الآن مركزا لا يمكن إنكاره في عالم غزو الفضاء انعكس في قبول سوق الإطلاق التجاري العالمي لقاذفات «لونج مارش» الصينية بديلا معتمدا لمكوك الفضاء الأمريكي والقاذف الأوروبي «أريان»، كما أنها تبذل جهدا كبيرا لإتقان تكنولوجيات استعادة الأقمار الصناعية. ولم تكتف الصين بهذا النجاح الكبير، بل تعمل حاليا في سبيل تحقيق هدفها الأكبر وهو

وضع رواد صينيين في الفضاء.

ولتحقيق هذا الهدف فإن قاذفات الإطلاق القادرة على وضع رواد فضاء في مدار حول الأرض هي الآن تحت التطوير في الصين وتجهز مبدئيا لمهام فضائية دون رواد. وفي الوقت نفسه فإن أبحاثا واسعة النطاق في اتجاه مؤازر لإطلاق رواد فضاء تجري على قدم وساق، وظاهر تماما أن الصين تنوي تحقيق ذلك دون الاعتماد على دول أخرى، كما أن هذا يأتي تتويجا لجهود قوية على مدى أربعة عقود لتطوير هذه الصناعة الإستراتيجية الحاسمة والتي حققت فيها الصين إنجازات باهرة.

وقد برزت الصين كقوة فضائية يعتد بها في الثمانينيات، وبسرعة كبيرة احتلت مكانها كمنافس قوي للولايات المتحدة وأوروبا والاتحاد السوفييتي في مجال إطلاق القاذفات الفضائية لأغراض تجارية. ولم يتم هذا التقدم التكنولوجي المبهر بطبيعة الحال من فراغ، فكما في القول الغربي المشهور «إن من استيقظ ذات يوم ليجد نفسه ناجحا لم يكن نائما بالمرة»، بل كان نتيجة البحث الدؤوب المتصل الذي قام به طائفة من أقدر العلماء في الصين بشكل مستمر ومطرد ولمدة تتجاوز الثلاثين عاما. وبعض هؤلاء العلماء قد تدرب في الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي غير أن أغلبهم قد تلقى تعليمه في داخل الصين ذاتها.

وتتميز تجربة الصين بالاعتماد شبه الكامل على الذات، فبعد الانفصال الأيديولوجي الذي وقع بين الصين والاتحاد السوفييتي في الخمسينيات أدركت الصين أنها لن تتمكن من الاعتماد على شريك المسيرة وأنها يجب أن تعمل بقدرات صينية خالصة لا تخضع للتقلبات السياسية في هذا المجال الإستراتيجي.

تطور برنامج الفضاء الصيني

الصين هي الدولة الخامسة في الفضاء، وقد حققت هذا الإنجاز بإطلاق قمرها الصناعي الأول على متن قاذف من طراز «لونج مارش» في 24 أبريل 1970. وقد ركزت الصين على مجال الفضاء وأعطته أولوية كبيرة دون انقطاع طوال العقود الأربعة الماضية منذ بدأ برنامج الصين الفضائي في عام 1956، ولم يتأثر هذا الاهتمام حتى بأحداث كبيرة كالثورة الثقافية في

الستينيات. ومنذ ذلك الحين أنتجت الصين وطورت عدة طرازات من الصواريخ ذات أغراض مختلفة كما أطلقت حتى عام 1994 أكثر من أربعة وثلاثين قمرا صناعيا في مهام متنوعة عسكرية ومدنية.

ويعتبر القاذف الصيني «لونج مارش» أو «شانج زينج» -المسيرة الطويلة- والذي يرمز إليه بالحرفين CZ بأجياله المختلفة العمود الفقري لبرنامج الفضاء الصيني. ويرجع إطلاق أول قاذف إطلاق صيني، وهو صاروخ اختبار تحت مداري من طراز لونج مارش-1 أو CZ-1 إلى نوفمبر عام 1960، وقد طورت الصين منذ ذلك الحين طرازات لونج مارش 2 و3 و4، وقد أثبتت هذه القاذفات نجاحها الكبير واعتماديتها في سلسلة ناجحة من المهمات.

تطور القاذف لونج مارش

كان إطلاق القمر الصناعي الصيني الأول في أبريل 1970 بداية النجاح الكبير لبرنامج القاذف «لونج مارش» والذي بدأ بالطراز لونج مارش-1 أو «CZ-1» وهو قاذف ذو ثلاث مراحل تم تطويره من أحد طرازات الصواريخ الباليستية متوسطة المدى. وتعمل المرحلتان الأولى والثانية من هذا القاذف بمحركات الوقود السائل بينما تستخدم المرحلة الثالثة الوقود الصلب.

وبعد نجاح القاذف لونج مارش-1 ومن أجل زيادة المدى الذي يمكن الوصول إليه، تم تطوير القاذف لونج مارش-2 من صواريخ طويلة المدى عابرة القارات (ICBM).

والقاذف لونج مارش-2 أو CZ-2 عبارة عن قاذف ذي مرحلتين يعمل بالوقود السائل، ويستطيع أن يحمل سبعة أضعاف حمولة سابقه -1 إلى مدار أرضي منخفض[1]. وقد تم تطوير عدة طرازات من هذا القاذف لتحسين الأداء، وفي نوفمبر 1975 أطلق الطراز المعدل CZ-2C والذي حمل أول قمر صيني يمكن استعادته بنجاح. وأصبحت هذه المركبة المتميزة باعتماديتها الفائقة أساس كل برنامج لونج مارش فيما بعد ذلك، وقد أمكن لهذا القاذف وضع قمر صناعي يزن 2,5 طن في مدار قريب من الأرض في عشر مهام ناجحة متتالية.

أما القاذف لونج مارش-3 والذي بدأ اختباره في 1984 فهو قاذف ذو ثلاث مراحل ويعمل أيضا بالوقود السائل. وقد أمكن لهذا القاذف الذي

يزن عند الإطلاق أكثر من مائتي طن أن يحمل خلال أربع سنوات متتالية من 1985-1988، أقمارا صناعية يزن الواحد منها 1400كجم إلى مدار جغرافي متزامن مع الأرض، ومن هذا القاذف فإن هناك طرازا مطورا يستطيع أن يحمل قمرا يزن طنين ونصف الطن إلى المدار نفسه.

وفي عام 1988 تم إطلاق القاذف CZ-4 من قاعدة إطلاق جديدة في تايوان جنوبي غرب بكين (وهي غير دولة تايوان)، وتستخدم هذه المركبة في إطلاق أقمار الأرصاد الجوية. ويستطيع هذا القاذف العملاق أن يضع حمولة قدرها 2,5 طن في مدار متزامن مع حركة الشمس، والقاذف CZ-4 مبني على الطراز CZ-2C مع إضافة مرحلة إضافية ذات وقود سائل.

صناعة الفضاء في الصين

وتشغل صناعة الفضاء في الصين مكانا متميزا بين الصناعات الإستراتيجية، إذ توظف هذه الصناعة وما يتبعها من مراكز أبحاث وصناعات مغذية أكثر من مائة ألف شخص، أكثر من ربعهم علماء ومهندسون، ويعمل هؤلاء في أكثر من ثلاثمائة موقع وشركة ومركز أبحاث وجامعة.

ويمكن لهذه الصناعة تصنيع وإطلاق ومتابعة من 8-10 أقمار صناعية في العام، وتصل ميزانيتها إلى أكثر من ثلاثة بلايين دولار سنويا[2]، وهو رقم إنفاق لا يفوقه إلا القوتان الكبريان في مجال الفضاء وهما الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي السابق. ولا يمكن بطبيعة الحال التفريق في هذه الميزانية بين المخصص للاستخدامات العسكرية وذلك الجزء الذي يمكن اعتباره إنفاقا مدنيا. ولكن هذا التداخل يعتبر، على أي حال، سمة من سمات هذه الصناعة التي لا يمكن النظر إليها باعتبارها صناعة مدنية خالصة.

قواعد إطلاق القاذفات الفضائية في الصين

ويتم إطلاق قاذفات لونج مارش من ثلاثة مواقع إطلاق منتشرة في أنحاء البلاد هي قاعدة «ذيتشانج» للإطلاق والتي تقع جنوبي البلاد قريبا من الحدود البورمية، وقد استخدمت منذ بدأ تشغيلها في عام 1984 لإطلاق أقمار الاتصالات الداخلية الخاصة بالصين. وقاعدة «جيكوان» على بعد

نحو ألف ميل غربي بكين، وهي أول قاعدة إطلاق تم تشغيلها وهي التي أطلق منها معظم الأقمار حتى الآن، وقاعدة «تايوان» على بعد مائتين وسبعين ميلا جنوب غرب بكين وقد بدأ تشغيلها في سبتمبر 1988 وتستخدم أساسا للمهام التي تطلق أقمارا لمدارات متزامنة مع حركة الشمس.

ويتم اختيار الموقع الذي يتم الإطلاق منه طبقا لاعتبارات جغرافية تتعلق بالمدارات المطلوب الوصول إليها. وتمكن مساحة الصين الشاسعة من اختيار المواقع المثلى للإطلاق داخل الحدود الوطنية للبلاد، بينما تضطر فرنسا مثلا إلى الإطلاق من قاعدة غيانا في أمريكا الجنوبية.

وتركز الصين حاليا على توظيف تكنولوجياتها المتقدمة في أغراض تجارية. ومن مزايا نظم الإطلاق الصينية التي تعطيها ميزة تجارية عالية أنه يمكنها إطلاق عدة أقمار في مهمة واحدة كما يمكنها استعادة الأقمار المستعملة. والنجاح في هذه التكنولوجيات الصعبة يدل على المدى المتقدم الذي وصلت إليه صناعة قاذفات الإطلاق في الصين. وللصين في هذا المجال سجل مبهر، ففي عشرالسنوات الماضية استعادت الصين جميع الأقمار العشرة التي أطلقتها.

وقد أطلقت الصين أول أقمارها والمسمى «دنج ـ فانج ـ هونج-1» في أبريل عام 1970، وهو عبارة عن كرة صغيرة لا تزال تدور حول الأرض حتى الآن بعد نحو خمس وعشرين سنة مرة كل ساعة ونصف الساعة تقريبا. ومنذ ذلك الحين أطلقت الصين -حتى 1994- أربعة وثلاثين قمرا[3] نجحت كلها ماعدا اثنين. ونسبة الإطلاق الناجح تفوق ما تحققه الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي السابق رغم الخبرة الأكبر لهاتين الأخيرتين في هذا المجال، وهذا لا يعني بالطبع أن الصين تتفوق على هاتين القوتين في كل مناحي أبحاث وصناعة الفضاء.

المؤسسات والعلماء العاملون في برنامج الفضاء الصيني

يقوم البرنامج الفضائي الصيني على مجموعة من الهيئات والمؤسسات المتداخلة والتي يقوم كل منها بجزء معين من البرنامج. وتقع كلها تحت إشراف وزارة متخصصة هي «وزارة شؤون الفضاء Minstry of Astronautics». ويتضح الاهتمام الذي تضعه الصين على تسويق برنامجها الفضائي تجاريا

في إسناد مهمة التعامل مع العملاء الخارجيين إلى مؤسسة متخصصة هي مؤسسة «حائط الصين العظيم الصناعية CGWIC» وتتولى هذه المؤسسة، تحت إشراف وزارة شؤؤن الفضاء كل عمليات التعاقد على برامج الإطلاق الأجنبية ومتابعة تنفيذ هذه التعاقدات.

أما الجهة الصناعية التي تتولى النواحي الفنية لبرنامج الإطلاق فهي «المؤسسة الصينية لإطلاق الأقمار China Satellite Launch» و«مكتب شنغهاي للفضاء SHBOA».

ويرجع النجاح والاعتمادية التي تتميز بها صناعة الفضاء الصينية إلى مجموعة متميزة من علماء الصين تحت قيادة العالم الصيني الكبير: «جيان زوي-تسن»، وقد تلقى هذا العالم الكبير تعليمه -ككثير غيره من علماء الصين- في معهدي التكنولوجيا الشهيرين MIT بولاية ماساشوتس ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا CALTEC، وعمل لفترة بهذين المعهدين. وقد اعتمدت الصين على عدد كبير من علمائها الذين تعلموا في الخارج والذين استدعتهم الصين حين اتخذت القرار الإستراتيجي بالدخول في هذه الصناعة معتمدة على قدرات أبنائها.

نجاح الصين في مجال الإطلاق التجاري

حرصت الصين منذ قررت تقديم خدمات الإطلاق إلى السوق التجارية على ربط اسمها بالاعتمادية الكاملة Reliability. وتأخذ قضية الاعتمادية أهمية كبيرة في مجال الإطلاق التجاري بالنظر إلى التكلفة الباهظة التي تتمثل في ثمن الحمولة والجهد والتكلفة المنفقة في الإعداد لعملية الإطلاق ذاتها وإعداد التجارب التي سيتم إجراؤها في الفضاء وغير ذلك، وتتعدى هذه التكلفة في كثير من الأحيان المائة مليون دولار. وتتضح التكلفة الباهظة للفشل تجاريا وإعلاميا عندما ننظر إلى الضربة الشديدة التي أصابت وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» ومعها برنامج الفضاء الأمريكي بعد كارثة مكوك الفضاء الأمريكي «تشالينجر» وبعد التجربة المحرجة التي فقدت فيها ناسا قمرا صناعيا قيمته مائة مليون دولار.

لذلك لم تغامر الصين بتقديم خدماتها لإطلاق الأقمار الصناعية تجاريا وعالميا باستخدام القاذف لونج مارش إلا بعد أن تأكدت من قدرتها على

استعادة الأقمار الصناعية دون خطأ. وفي الوقت نفسه قدمت الصين هذه الخدمات في السوق العالمية بمزايا وأسعار منافسة ومتضمنة شروطا للمشاركة ونقل التكنولوجيا تعتبر مفضلة من وجهة نظر الدول النامية والتي ترغب في المشاركة التكنولوجيا وتعتبرها عائدا غير مباشر لاستثماراتها في هذا المجال.

وقد خدمت الظروف الصين خدمة كبيرة إذ حدثت كارثة احتراق مكوك الفضاء الأمريكي في يناير 1986 والتي أدت إلى توقف طويل في برنامج الفضاء الأمريكي ناسا. وفي الوقت نفسه تقريبا كان برنامج القاذف الأوروبي «أريان» يعاني من مشاكل أوقفت تقديم خدماته في سوق الفضاء التجارية مؤقتا. وفي وقت واحد بدا أن المنافسين الرئيسيين التجاريين للصين وهما الولايات المتحدة وأوروبا قد أصبحا مؤقتا خارج المنافسة بعد خسارة بلايين الدولارات، ولم يكن الاتحاد السوفييتي السابق قد قدم خدماته التجارية في السوق العالمية بعد وهو الأمر الذي لم ينجح حتى الآن في تحقيقه في أرض الواقع التجاري في صورة عقود واتفاقات.

كان أول عميل للصين هو فرنسا التي أرادت إجراء تجربتين من تجارب الجاذبية الضعيفة في قمر صناعي صيني في أغسطس عام 1987، وتم ذلك رغم المنافسة الحادة بين قاذفات أريان الأوروبية وقاذفات لونج مارش الصينية. وفي أغسطس 1988 حمل قاذف من طراز لونج مارش-2 قمرا صناعيا كان يحمل تجربة مهمة لإحدى شركات الأدوية الألمانية بالإضافة إلى بعض التجارب الأكاديمية الصينية للعلوم. وفي ديسمبر من العام نفسه أطلقت الصين قمرها الثاني والمخصص للأرصاد الجوية في مدار متزامن مع الأرض، وبذلك لم ينته عام 1988 إلا وقد أصبحت الصين منافسا ثابت الأقدام في عالم الإطلاق التجاري لمركبات الفضاء.

واستطاعت الصين أن تستثمر هذا النجاح العلمي والتكنولوجيا في التسويق لخدماتها الفضائية عالميا فوقعت مع الولايات المتحدة اتفاقية تسمح للشركات الأمريكية باستخدام القاذف من طراز لونج مارش لوضع أقمار صناعية أمريكية أو حمولات أخري في مداراتها. غير أن الولايات المتحدة وقد أدركت إمكانية تأثير هذه الاتفاقية في صناعتها الفضائية، عادت فقصرت الاتفاقية على عدد محدد من الإطلاقات كل عام.

ويحضر قادة الصين بأنفسهم عمليات الإطلاق المهمة كما يدعي إليها مسؤولون وخبراء من الولايات المتحدة وفرنسا وألمانيا. وقد حضر بعض عمليات الإطلاق الأخيرة خبراء من عملاء محتملين من الدول المتقدمة والنامية ذات الطموح الفضائي مثل الباكستان وإيران وأستراليا والبرازيل كجزء من حملة الصين لتسويق صناعة الإطلاق عندها، ويسمح لهؤلاء الخبراء بحضور جميع مراحل عمليات الإطلاق والمتابعة للأقمار الصناعية.

مستقبل صناعة الفضاء في الصين

بالنظر إلى موارد الصين وإمكاناتها الفنية والبشرية فإنه من السهل توقع أن الصين تهدف إلى أن تكون قوة كبرى في الفضاء. وحتى الآن فإن الصين هي الدولة الوحيدة بخلاف الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي السابق، التي بنت محركا يقوم على استخدام الأكسجين والهيدروجين السائلين، وهي تكنولوجيا متقدمة وتعتبر حاسمة في مجال سباق قاذفات الرطلاق، وتملك القاذفات الصينية بعض المميزات التصميمية مثل القدرة على إعادة الإشعال في القاذف CZ-3 والتي لا يشاركها فيها إلا الولايات المتحدة.

وتهدف الصين إلى إحكام سيطرتها على تكنولوجيا الفضاء في العقود القادمة، ويتوقع المراقبون في العقد القادم قاذفا من طراز لونج مارش قادرا على رفع حمل يزن سبعة أطنان إلى القمر وعلى الوصول إلى المريخ، كما ينتظر أن يشهد هذا العقد صعود رواد فضاء صينيين. وتفكر الصين بالفعل في بناء محطة فضاء دائمة يخدمها مكوك فضاء، وتجرى الآن دراسات الجدوى لهذه المحطة وتدعو الخطط الموضوعة إلى بدء التنفيذ في أواخر التسعينيات أو بدايات القرن القادم.

وتنعكس اهتمامات الصين بالفضاء على المجالات العسكرية بطبيعة الحال، فقد طورت الصين وأنتجت خلال سنوات برنامجها الفضائي صواريخ خاصة بها متوسطة المدى وبعيدة المدى وعابرة للقارات، كما أنتجت أنواعا كثيرة من الصواريخ التكتيكية. ومن الصعب الفصل، في دولة مثل الصين، بين التطبيقات والاستخدامات العسكرية والمدنية، فالواقع أن هذه التكنولوجيات متكاملة كما أن انتقال التكنولوجيا عبر المجالين سهل جدا،

وربما يكون من الأدق إعطاء المجالين معا صفة الصناعات الإستراتيجية.

مجالات أخرى لأبحاث الفضاء في الصين

وتجني الصين فوائد عديدة علمية واقتصادية وعسكرية وثقافية من برنامجها الفضائي الطموح، ففي دولة شاسعة المساحة مثل الصين يؤدي الاستشعار عن بعد خدمات كبيرة في التنبؤ بالمحاصيل والسيطرة على الغابات والتصحر والتحكم في الموارد المائية إلى غير ذلك. كما أمكن عن طريق أقمار الاتصال رفع مستوى الاتصالات التليفونية بين مقاطعات الصين البعيدة وزيادة رقعة الإرسال التليفزيوني والذي يؤدي في الصين مهمة سياسية وثقافية لا يستهان بها.

وتولي الصين لمجالات تطبيقات علوم الفضاء اهتماما كبيرا عن طريق عدة معاهد ومراكز متخصصة. ومن هذه المعاهد معهد أبحاث التكنولوجيا الإلكترونية، وهو معهد مختص بمتابعة أقمار الاتصالات وتطوير وتصنيع الأجزاء المتصلة بهذه المهام. ولأسبابها الإستراتيجية فإن الصين ترغب في الاعتماد على مصادرها الذاتية في هذه الصناعات الحاكمة. ومن ناحية أخرى فبسبب المنافسة الدولية فإنها ترغب في الوصول إلى اعتمادية في أجهزة القياس والتحكم والاتصال توازي ما وصلت إليه الولايات المتحدة واليابان في هذه الصناعات.

وهناك معهد آخر يلعب دورا أساسيا في تطوير التكنولوجيات المساندة لصناعة الفضاء وهو معهد الهندسة الطبية الفضائية في بكين، وهو المعهد الرئيسي لتطوير تكنولوجيا الفضاء المأهولSpace flight-manned. وقد أنشئ في عام 1968 وتشمل مجالات أبحاثه نظم التداخل بين الإنسان والآلة، وأبحاث التلاؤم مع الفضاء، وتأثيرات التسارع، كما تشمل القياسات الحيوية وتكنولوجيات البقاء والمحاكاة الأرضية وكلها تكنولوجيات لا غنى عنها لبرنامج فضاء متكامل. وينوي المعهد في إطار الخطة الصينية إرسال رائد فضاء بالتعاون مع الولايات المتحدة عن طريق المكوك الفضائي الأمريكي.

وعلى وجه العموم فإن المؤشرات كلها تشير إلى أن عملاقا جديدا في عالم الفضاء قد بدأ يخطو خطواته الهائلة الأولى ليحتل مكانه إلى جانب القوتين العظميين، وعندما نتذكر المفاجأة التي أصابت العالم عندما التقط

الإشارات غير المتوقعة التي كان يطلقها القمر الصناعي سبوتنيك في 1956 وهو يدور حول الأرض، لا يملك الإنسان إلا أن يشعر أن التاريخ سوف يعيد نفسه وأنه رغم كل توقعات المراقبين فإن رسالة غير متوقعة سوف تصل إلى العالم من مكان ما في الفضاء الخارجي وأن هذه الرسالة سوف تشير إلى تقدم غير مسبوق إلا أن هذه الرسالة سوف تنطق بالصينية.

2 اليابان: قوة اقتصادية كبرى تقتحم مجال الفضاء

منذ انتهاء الحرب الباردة وصراعاتها الساخنة أحيانا، يدور صراع من نوع آخر لا يكاد يشعر به الإنسان العادي في غمرة انشغاله بمشاكله على سطح الأرض. ذلك أن هذا الصراع بالذات لا تدور معاركه على سطح الأرض وإنما في أعماق الفضاء السحيقة، ويجري الاستعداد لجولاته الحاسمة في مراكز الأبحاث وداخل معامل التطوير، ذلك هو الصراع على امتلاك وتطوير أجهزة إطلاق الأجسام الفضائية إلى مداراتها المرصودة.

إن أجهزة ومركبات الإطلاق تمثل المفتاح الحقيقي لغزو الفضاء، والذي يمتلك تلك المركبات يملك القدرة على أن يضع الأقمار التي يصنعها في مداراتها المختارة ليمارس منها سيطرته على الفضاء وعلى البث الذي يبعثه منه إلى سطح الأرض، كما يملك السبق في إرسال سفن الفضاء إلى كواكب وعوالم جديدة بما يعنيه ذلك من السيطرة على الموارد الاقتصادية والإستراتيجية لهذه العوالم، ويشبه هذا الموقف إلى حد بعيد الموقف زمن الكشوف الجغرافية الكبرى، حيث

يستطيع من يمتلك السفن والأساطيل أن يسبق إلى اكتشاف واستغلال موارد العوالم الجديدة.

ومركبة الإطلاق شيء منفصل تماما عن الحمولة التي تحملها والتي قد تكون قمرا صناعيا للاتصالات أو الاستطلاع أو سفينة فضاء تسبح لتكتشف أغوار الكون، ورغم الارتباط الواضح بين المجالين فإن التقدم في صناعة الإلكترونيات والأقمار الصناعية لا يعني بالضرورة توافر إمكانية الإطلاق المستقلة إلى الفضاء الخارجي، فإن تلك الأخيرة تتطلب قاعدة صناعية وتكنولوجية أوسع كما تتطلب موارد اقتصادية أضخم يتم توجيهها لتطوير العناصر المختلفة من مركبات الفضاء، وتصمم مركبات الإطلاق ليمكنها حمل أنواع وأحجام مختلفة من الحمولات، كما تصمم لتكون متعددة الاستخدامات في إطلاقات متوالية أو على الأقل الأجزاء الرئيسية منها تحفيضا للنفقات.

وحتى الآن لا يوجد إلا عدد محدود من الدول يملك القدرة على صناعة وتطوير مركبات الإطلاق. وهناك بعض الدول التي تحاول الولوج من الباب قبل أن تغلقه الفجوة التقنية المتزايدة بين من يعلم ومن لا يعلم، وفجوة الموارد الاقتصادية الهائلة التي يلزم توجيهها لمثل هذه الصناعات الإستراتيجية بالغة التعقيد، فهذه الصناعة تتطلب كقاعدة أساسية لها صناعة صواريخ متقدمة وقاعدة فنية وتكنولوجية عريضة في مجالات الدفع والتوجيه والتحكم والاتصالات والإلكترونيات والحاسبات وغيرها.

موقف اليابان من الصناعات الفضائية

وتشعر اليابان، العملاق الاقتصادي، بضآلة نصيبها من هذه الصناعة الإستراتيجية والذي لا يتناسب مع قوتها الاقتصادية الهائلة. ويبدو أن اليابان قد عقدت العزم على تغيير هذا الوضع في السنوات المقبلة وبشكل حاسم، فقد بدأت اليابان أخيرا تسارع في خطوات برنامجها الطموح للدخول في هذا النادي المغلق، وينبىء التصميم الذي تبديه اليابان على المضي قدما فيه بأنه لن تمضي سنوات عشر حتى تجد الدول المتقدمة في هذا الميدان في اليابان منافسا لا يمكن الاستهانة به.

بدأ البرنامج الفضائي الياباني في عام 1966، ففي ذلك العام اقترح

«المجلس الياباني القومي لأنشطة الفضاء» برنامجا طويل المدى لتطوير وإطلاق الأقمار الصناعية لأغراض علمية ولاختبار التطبيقات المختلفة لاستخدامات الفضاء، وبدأت المحاولات بصاروخ اختباري صغير يسمىLS_4، وفي 11 فبراير 1970 أمكن وضع أول قمر صناعي ياباني في الفضاء وهو القمر المسمى «أوسومي» وهو قمر صغير يزن 52 كيلو جراما ويحمل أجهزة قياس حرارية وجاذبية بسيطة.

وأصبحت اليابان بذلك رابع دولة في الفضاء (بعد روسيا والولايات المتحدة وفرنسا) تحقق إطلاقا لأقمار صناعية بقدرات ذاتية.

وتنقسم برامج الفضاء في اليابان إلى نوعين: برامج لتطوير تقنيات الفضاء وتتبع لوكالة الفضاء اليابانية «ناسدا»، وبرامج علمية يقوم بتنفيذها معهد الفضائيات ISAS وهو معهد علمي تابع لجامعة طوكيو.

ويتم معظم النشاط الفضائي في اليابان تحت إشراف «وكالة الفضاء اليابانية «ناسدا» التي أنشئت عام 1969 ويخصها الجزء الأكبر من ميزانية اليابان في الفضاء والتي بلغت في عام 1994 نحو 1,8 بليون دولار.

برنامج تطوير قاذفات الإطلاق في اليابان

بدأت اليابان برنامجها لقاذفات الإطلاق بتطوير قاذف أمريكي هو الصاروخ ثور- دلتا لتنتج القاذف الخاص بها والذي سمي N-1. وقد بنيت المرحلتان الأولى والثالثة من الصاروخ ثور-دلتا في اليابان بتصريح من الشركة المنتجة، بينما طورت اليابان المرحلة الثانية محليا، وتم أول إطلاق في 1975. ويستطيع القاذف N-1 ذي ثلاث مراحل أن يحمل قمرا وزنه 135 كيلوجراما إلى مزار الثبات الجغرافي.

وقد أنتجت اليابان طرازا مطورا من هذا القاذف هو الصاروخ N_2 والذي يستطيع أن يضع حمولة قدرها 350 كيلوجراما في مدار الثبات الجغرافي، واستمر استخدام هذا القاذف في الفترة من 1981-1987.

ثم انتقلت اليابان-بعد اكتساب الخبرة الصناعية من خلال برامج المشاركة في تصنيع القاذف N-2, N-1 إلى تحقيق طموحها الإستراتيجي، فوضعت برنامجا لتطوير قدراتها الذاتية على تصنيع مركبات وقواذف الإطلاق إلى الفضاء الخارجي، وأطلقت عليه اسما يوحي بما تعلقه عليه من أهمية هو

(HOPE) أو «الأمل»، وهو برنامج ذو مراحل متعددة بدأ بتصنيع قاذفة الإطلاق H-1 والتي تم إطلاق سبعة منها بنجاح ويجري الآن العمل في تطوير المركبة H-II والتي تمثل المرحلة الثانية من هذا البرنامج.

وتتكون قاذفات الإطلاق من طراز H-1، من صاروخ ذي وقود سائل يقوم بمهمة الدفع فيه محرك من طراز LE-5، وهو محرك صاروخي ياباني الهوية والمنشأ يستخدم الأكسجين والهيدروجين السائلين كوقود،. ويمكن إعادة إشعال هذا المحرك خلال الطيران وهي ميزة تستخدم في المهام ذات الارتفاعات المنخفضة والمتوسطة والتي لا تزود عادة بمرحلة ثالثة، وقد تم إطلاق الصاروخ الأول من سلسلة H-1 في أغسطس 1986 واستخدم في وضع قمرين يابانيين في مدار على ارتفاع 1500 كيلو متر.

ويعتمد برنامج HOPE في مرحلته الثانية على تطوير محرك ياباني الصنع والمنشأ هو المحرك الصاروخي LE-7 والذي يمثل العمود الفقري لجهود اليابان في تطوير قدرات الإطلاق الذاتية لها بطريقة مستقلة، وهو محرك صاروخي يعمل بالوقود السائل وينحدر من سلالة المحرك LE-5 غير أنه يفوقه كثيرا في مستوى التقنيات المستخدمة كما يتفوق عليه بمراحل في قوة الدفع التي يعطيها والتي تبلغ 86 طنا عند سطح البحر و110 أطنان في الفضاء.

وتعتبر قاذفة الإطلاق H-II والصممة لتحمل قمرا صناعيا يابانيا يزن 2,2 طن إلى مداره، أول قاذفة إطلاق يتم تطويرها بالكامل داخل اليابان. وقد عمدت اليابان خلال كل مراحل تطوير محركاتها الصاروخية LE-5 وLE-7 إلى التزام البساطة بقدر الأمكان فقللت أجزاء المحرك إلى الحد الأدنى لتقليل الأعطال المحتملة. وتنوي اليابان تصنيع 13 أو 14 محركا من طراز LE-7 لبرنامجها الفضائي. غير أن عددا من الصعوبات الفنية التي ظهرت خلال مراحل تطوير المحرك أدت إلى تأخير التنفيذ عن البرنامج المقرر.

ولرفع أقمار أثقل من التي تحملها H-II حتى الآن والتي لا تتجاوز 2,2 طن فإن اليابان تخطط لهذه المركبة أن تشمل ستة صواريخ صلبة يشعل منها أربعة عند الإقلاع واثنان في مرحلة متأخرة .

غير أن هذا التفكير لا يزال حتى الآن على لوحات الرسم وفي نماذج

الكمبيوتر بينما تنشغل معامل التطوير وساحات الإطلاق بالمشاكل التقنية للبرنامج الجاري تنفيذه.

الشركات الصناعية اليابانية تشارك في برنامج الفضاء

وللدخول في هذا المجال الجديد بالنسبة لليابان فإن عددا كبيرا من كبريات الشركات اليابانية وضع خبراته في جهد متضافر لتحقيق الأهداف الطموحة لبرنامج HOPE، فعلى سبيل المثال تعمل شركة NEC على تطوير أجهزة التوجيه للمركبة H-II بينما تكتب برامج الكمبيوتر الخاصة بالتوجيه والتحكم في شركة ميتسوبيشي للفضاء، أما محركات الوقود الصلب فتصنعها شركة «نيسان موتورز» المعروفة في مجال السيارات.

ورغم أن اليابان تدرك بطبيعة الحال أنه بحمولة صافية مقدارها طنين فقط فإن مركبات الإطلاق من طراز H-II ليست أفضل وسيلة لنقل الأجسام إلى الفضاء الخارجي، فإن الأبحاث والتطوير في هذا الاتجاه جاريان على قدم وساق، ذلك أن اليابان وإن كانت لا تنظر إلى الاستفادة قصيرة الأجل من هذا البرنامج ذي الأهداف المحدودة بالنسبة لما تم تحقيقه في مجال غزو الفضاء من دول أخرى سبقتها بسنوات عديدة غير أنه يمثل تذكرة الدخول لليابان إلى صناعة مركبات الإطلاق والتي تود اليابان أن يكون لها فيها نصيب في المستقبل يعادل قوتها الاقتصادية العملاقة.

كما أن الاتجاهات العالمية تشير إلى أنه مع زيادة تكاليف غزو الفضاء عن موارد أي دولة على حدة ولو كانت دولة عظمى، ومع انتهاء تنافس العملاقين، فإنه من المتوقع أن ينشأ جهد عالمي مشترك في مجال الفضاء. ولا شك في أن اليابان لا تريد أن تكون بمعزل عن هذا الجهد المشترك عندما تتهيأ الظروف الدولية للبدء فيه، لذلك فإنها تهدف إلى أن تصل ببرنامجها الفضائي إلى مرحلة النضج مع بداية القرن المقبل أو في أقل من عشر سنوات.

وعلى كل الأحوال يبدو أن البرنامج قد بدأ يحقق بعض النتائج الإيجابية ذات الطابع التجاري، فقد تردد أن شركتي «ماكدونل دوجلاس» و«إيروجيت» ترغبان في استخدام تقنية LE-7 لبرامج عدة خاصة بهما، وإذا تم هذا فسوف يكون نصرا معنويا كبيرا لبرنامج لا يزال يخطو خطواته الأولى.

تطبيقات الفضاء في اليابان

تطلق اليابان، سواء بقدراتها الذاتية أو عن طريق قاذفات مؤجرة، أقمارا في جميع مجالات الفضاء، غير أنها تركز بحكم ظروفها الجغرافية واحتياجاتها على بعض المجالات أكثر من غيرها.

فبحكم امتداد الجزر اليابانية وتعرضها للأنواء والأعصاير بصفة مستمرة تركز اليابان على أقمار الاتصالات والأرصاد الجوية والأقمار المخصصة للأغراض البحرية كما طورت «ناسدا» أقمارا للبث التليفزيوني وأخرى للاستشعار عن بعد.

وقد حرصت اليابان على الاشتراك في برامج الفضاء العالمية، فبدأت في تأهيل رواد فضاء يابانيين للاشتراك في رحلات مكوك الفضاء الأمريكي، غير أن حادثة انفجار مكوك الفضاء تشالينجر أدت إلى تأخير هذه المشاركة. وكان أول ياباني يصعد إلى الفضاء هو صحفي على متن مكوك الفضاء الروسي سويوز إلى محطة الفضاء «مير» في عام 1990.

وسوف تشارك اليابان بوحدة للتجارب العلمية في محطة الفضاء الدولية، وهذه الوحدة على شكل اسطوانة مكيفة طولها عشرة أمتار وقطرها أربعة أمتار وتحتوي مجموعة كبيرة من التجارب العلمية والأجهزة التي يمكن تغييرها لإجراء تجارب مختلفة. كما تنوي اليابان تطوير مكوك فضاء خاص بها وإن كان هذا المشروع لا يزال في طور الدراسة والإعداد.

وبالتوازي مع برامج تطوير تقنيات الإطلاق والبرامج الفضائية العالمية تنفذ اليابان برنامجا نشطا للأقمار العلمية في الفضاء، وكان من هذه السلسلة القمر الصناعي الأول والقاذف SL-4 الذي دخلت به اليابان عصر الفضاء. و يتم إطلاق هذه الأقمار الصغيرة بوساطة صواريخ ذات وقود صلب مخصصة لهذا الغرض، ويطلق من هذه السلسلة قمر كل عامين تقريبا. وينفذ هذا البرنامج سواء من حيث تمويله وإطلاقه وتطوير الأقمار الصناعية والقاذفات الخاصة به بشكل مستقل عن وكالة الفضاء اليابانية «ناسدا».

وتقوم هذه الأقمار بدراسة طبقات الجو المحيطة بالأرض والأحزمة المغناطيسية والفيزياء الشمسية وغير ذلك في الفضاء القريب من الأرض ومن أبرز الجهود اليابانية الفضائية إطلاقها قمرين صناعيين في أغسطس

1985 لقياس شرة الرياح الشمسية في ذيل مذنب هالي الذي اقترب من الأرض في أبريل 1986.

هوامش ومراجع

(الباب الثامن)

الفصل الأول

(1) المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit (LEO) هو أقرب مدار للأرض يتيح للقمر الصناعي الدوران دون إعاقة الغلاف الجوي، ويكون عادة على ارتفاع 200 ـ 250 كيلومترا فقط من سطح الأرض.

(2) من هذا المبلغ يصل إنفاق الصين على برامج الفضاء السلمية إلى 1,35 بليون دولار.

(3) Janes Aerospace Directory, 1994-1995

الباب التاسع

البرامج الفضائية المحدودة

الهند وإسرائيل

I

الدول النامية وعصر الفضاء
دروس من تجربة الهند

تعد تجربة الهند في استخدام الفضاء ذات أهمية خاصة بالنسبة لنا في العالم العربي، ذلك أن الهند تدخل قطعا في نطاق العالم المصطلح على تسميته بالعالم النامي والذي يندرج في نطاقه عالمنا العربي كله بشقيه الفقير والغني، ومع ذلك استطاعت هذه الدولة الفقيرة ـ النامية أن تنجز برنامجا فضائيا مرموقا في إنجازاته التقنية والعلمية وفريدا في الوقت نفسه في توجهاته وأهدافه.

تطوير برنامج الإطلاق الهندي

الهند هي الدولة السابعة في ترتيب الوصول إلى المدار، وقد تمكنت من تحقيق هذا السبق في يوليو 1980، أي بعد نحو عشر سنوات بعد اليابان والصين وبريطانيا حيث وصلت جميعها إلى الفضاء في 1970, 1971. ولم يأت هذا الإنجاز سهلا أو سريعا، بل كان -كأي إنجاز حقيقي آخر- نتيجة إصرار وعمل دؤوب بدأ في عام 1963، وهو في الوقت نفسه الذي بدأت فيه مصر برنامجا طموحا

لإنشاء صناعة طيران وصواريخ عربية، وهو البرنامج الذي أجهض بعد هزيمة 1967 وكنتيجة لها.

ويهدف البرنامج الهندي إلى إقامة صناعة فضائية مستقلة تركز على أقمار الاتصال والبث والاستشعار والأرصاد الجوية. وتركز الصناعة الهندية تماما على الاعتماد على القدرات الذاتية في ظروف ليست مواتية تماما من حيث الأجواء السياسية والتي من الاستفادة من التقنيات التي تم تطويرها في دول أخرى. وتشبه تجربة الهند في ذلك تجربة الصين والتي سبق التعرض لها في الفصل السابق، غير أن حجم صناعة الفضاء في الهند أصغر كثيرا (نحو 10٪ مقدرا بحجم الإنفاق) وليس لها في الوقت الحالي تطلعات تجارية.

وقد بدأ البرنامج الهندي يأخذ خطا واضحا في عام 1969 بإنشاء «هيئة أبحاث الفضاء الهندية Indian Space Research Organization-ISRO». وقد بدأت الهيئة بوضع برنامج لتطوير قدرة الإطلاق الذاتية وهي العماد الرئيسي لأي صناعة فضاء مستقلة كما أنها العنصر ذو التكلفة المالية والصعوبة التقنية الأكبر في تلك الصناعة. ويعتمد برنامج الإطلاق الهندي على تطوير أربعة أجيال متعاقبة من قاذفات الإطلاق، يبنى كل جيل منها على نجاح الجيل السابق. وبدأ البرنامج الهندي في 1973 بإطلاق ناجح لصاروخ اختبار تحت ـ مداري Suborbital Sounding Rocket وصل إلى ارتفاع 207 كيلومترات ومهد الطريق لنجاح التقنية الهندية في تصنيع القاذفات الفضائية.

واستمر برنامج تطوير القاذف المبني على هذا الصاروخ حتى عام 1979 عندما تم إطلاق القاذف الهندي ذي الوقود الصلب Satellite Launch Vehicle والمجهز لحمل قمر من طراز «روهيني» يزن نحو خمسة وثلاثين كيلوجراما. وبعد فشل الإطلاق الأول بسقوط الصاروخ في المحيط الهندي نتيجة تعطل أجهزة التوجيه والتحكم، جاء الإطلاق الناجح في 18 يوليو 1980 والذي سجل دخول الهند دائرة الدول الفضائية.

وكان الجيل الثاني هو القاذف ASLV وهو قاذف مطور من الطراز السابق الذي أمكن زيادة قدرته بإضافة صواريخ داعمة إلى القاذف الأصلي، وأمكن بذلك حمل قمر يزن 150 كيلوجراما إلى مدار على ارتفاع 400 كيلو

متر. وبعد فشل تجربتين لإطلاق هذا القاذف أمكن إطلاقه بنجاح في 1992.

ويهدف الجيل الثالث من القاذفات الهندية والمسمى Polar Satellite Launching Vehicle PSLV إلى إطلاق قمر صناعي يزن طنا واحدا إلى مدار قطبي يبعد 820 كيلومترا لأغراض المسح الفضائي والاستشعار، وهو قاذف ذو أربع مراحل ويستخدم ستة صواريخ داعمة booster rockets تضاف إلى القاذف الأصلي، كما يستخدم محركات ذات وقود سائل للمرحلتين الثانية والرابعة.

وقد نجح هذا القاذف في الوصول إلى المدار في تجربته الثانية في 15 أكتوبر 1994 بعد فشل التجربة الأولى في سبتمبر عام 1993.

وتدخل الهند بهذا القاذف سوق قاذفات الإطلاق التجارية، حيث تتوقع أن يكون سعر الإطلاق في حدود خمسة وعشرين مليون دولار لإطلاق حمولة تزن 1000 كيلو جرام إلى مدار على ارتفاع 900 كيلومتر. وإذا نجحت الهند في ذلك فسوف تتمكن من استعادة جزء من إنفاقها على صناعة الفضاء. غير أن النجاح في هذا المضمار ليس أمرا سهلا حيث يتطلب الإطلاق التجاري بناء قدر كبير من الثقة في نجاح الإطلاق عبر عدد من الإطلاقات المتتالية الناجحة نظرا للاستثمار الكبير الذي تضعه الدولة المستخدمة في الحمولة من النواحي الفنية والمالية ومن الناحية السياسية أيضا.

ويستطيع القاذف القطبي الهندي PSLV كذلك حمل 450 كيلوجراما إلى المدار المتزامن مع حركة الأرض (المدار الثابت جغرافيا) والذي يبعد نحو 36 ألف كيلو متر من سطح الأرض، غير أن هذه الحمولة لا تكفي لأغراض الاتصالات، ولذلك تطور الهند الجيل الرابع من قاذفاتها والمسمى Geostationary Satellite Launching Vehicle- GSLV بهدف حمل قمر يزن 2,5 طن إلى ذلك المدار، ويتوقع أن يتم أول إطلاق لهذا القاذف في عام 1997.

ويتميز الجيل الرابع من القاذفات الهندية باستخدام تقنية محركات الوقود السائل فائقة التبريد، وهي تقنية متقدمة ولا تملكها إلا دول قليلة ذات باع في مجال الفضاء هي روسيا والولايات المتحدة وأوروبا واليابان. وقد عقدت الهند مع روسيا اتفاقية لنقل هذه التقنية لاستخدامها في

المرحلتين الأخيرتين من هذا القاذف، إلا أن ضغط الولايات المتحدة تحت اتفاقية «منع انتشار تقنية الصواريخ»[2] دفع روسيا إلى إلغاء الاتفاق مع الهند، ورغم أن الهند أعلنت أنها فقدت عامين من برنامج تطوير الجيل الرابع من قاذفاتها فإنها بدأت بتطوير تقنياتها الخاصة لتصنيع المحركات فائقة التبريد. ويتوقع الآن أن تتم أول تجربة إطلاق للقاذف GSLV في عام 1997.

وباستقراء التجربة الهندية فإن هناك عدة دروس يمكن استخلاصها في مجال تطوير وتصنيع القاذفات والمركبات الفضائية. ويمكن أن يفيد استيعاب هذه الدروس في ترشيد أي برنامج فضائي قد نقرر -نحن العرب- أن نقوم به، وهو أمر لابد منه إن أردنا ألا نستبعد من التقنيات الحاكمة في الربع الأول من القرن القادم على الأقل.

الدرس الأول: البدء باستخدام تقنيات بسيطة وقريبة، وتطوير هذه التقنيات بدلا من اتخاذ الطريق الأسهل والذي لم يوصل أحدا إلى شيء على الإطلاق، وهو استيراد التقنيات الجاهزة التي تورد إلينا دون مفاتيحها والتي تبقى في أيدي من صنعوها ولن يعطوها لأحد. وتم هذا في حالة الهند باستخدام تقنية الصواريخ الصلبة وهي متاحة وأسهل كثيرا من تقنية الصواريخ ذات الوقود السائل، وسنرى أن الولايات المتحدة فرضت حظرا على تقنيات الصواريخ السائلة لمنع دولة مثل الهند من الوصول إليها.

الدرس الثاني: التصميم والمثابرة ومتابعة الهدف، فالهند التي بدأت بالتفكير في برنامجها الفضائي في عام 1963 نجحت في إطلاق القاذف المصمم والمنتج بقدرات هندية خالصة بعد تسعة وثلاثين عاما، وهي فترة تكفي لجعل أي من مشاريعنا العربية يفقد رؤيته الأولى ودعم حكوماته ويدخل في متاهات النسيان.

وفي الوقت نفسه فإنه ليست هناك طرق قصيرة للوصول إلى هدف بناء قدرة ذاتية في مجال الفضاء، فالهند التي فقدت مركبة الإطلاق القطبية في سبتمبر 1993 عادت بعد عام واحد لتقوم بإطلاقها الناجح لنوع المركبة نفسهه، وفي هذه الحال يكون هذا النوع من الفشل المبدئي ثمنا ضروريا للنجاح في النهاية.

أهداف وسياسات برنامج الفضاء الهندي

في عام 1972 وبعد ثلاثة أعوام من إنشاء هيئة بحوث الفضاء الهندية، وضع هيكل صناعة الفضاء في الهند فأنشئت وزارة للفضاء تضم كل الأنشطة المتعلقة ببرنامج الفضاء الهندي، ثم أنشئت «اللجنة العليا للفضاء» لوضع السياسات والإستراتيجيات لدخول الهند مجال الفضاء، وجعلت «هيئة بحوث الفضاء» هي الذراع العلمية والتقنية لتنفيذ تلك السياسات والإستراتيجيات.

وبلورت الهند أهدافها في الفضاء وهي: تطبيق تقنيات الفضاء في مجالات الاتصال والرصد الجوي وإدارة الموارد (الاستشعار عن بعد)، بالإضافة إلى إنشاء وتطوير القدرة التقنية الهندية لتصنيع القاذفات والأقمار الصناعية.

ووضعت خطة للاستفادة من تقنيات الفضاء بما يتناسب مع طبيعة وظروف الهند، واتضحت الطبيعة الشعبية للبرنامج الهندي بعدد من المشروعات والتجارب الرائدة التي جرت في منتصف وأواخر السبعينيات في البث التليفزيوني والاتصال والاستشعار، وتم ذلك على محورين، أحدهما يستخدم أقمارا غير هندية متاحة في برامج دولية أو باتفاقيات ثنائية، والآخر يعتمد على الأقمار الهندية الصنع.

وفي 1975 ـ 1976 تمت في الهند تجربة رائدة لاستخدام الأقمار الصناعية في برامج ذات بعد اجتماعي، فباستخدام القمر الأمريكي ATS-6 تم إرسال سلسلة من البرامج الصحية والزراعية والبرامج المعنية بتنظيم الأسرة إلى نحو 2500 قرية هندية. وقد بدأت التجربة في أغسطس 1975 بعدد 2330 قرية موزعة على ست ولايات هندية، وقد وجهت إليها البرامج بأربع لغات مختلفة، وكانت مدة البث أربع ساعات موزعة على فترتين: صباحية لتلاميذ المدارس مدتها ساعة ونصف الساعة وأخرى مسائية للريفيين البالغين ومدتها ساعتان ونصف الساعة[3].

وكان هذا البث جزءا من «تجربة التليفزيون التعليمي بالأقمار الصناعية Satellite Instructional Television Experiment SITE والتي تعتبر حتى الآن واحدة من أهم تجارب استخدام تقنيات الفضاء للأغراض الاجتماعية.

وقد تم التركيز في التجربة على برامج التكامل الوطني، وتوسيع نطاق

التعليم ورفع مستواه، والصحة والتغذية وتنظيم الأسرة وتحديث الزراعة وخلق الوعي العلمي والرسهام في خلق حياة أفضل بالمناطق الريفية بصفة عامة. وكانت برامج الكبار التي تذاع مساء تركز على وحدة الهند الكامنة وراء التنوع الثقافي لسكانها، والبرامج التنموية كتلك الخاصة بتطوير الزراعة وتربية الماشية وتنظيم السكان ووضع المرأة وتعليم البنات(4) إلى غير ذلك من المشاكل والقضايا السائدة في بلد متشابك التكوين مثل الهند.

وقد اتجهت الهند بعد ذلك إلى استخدام الأقمار الصناعية في التحذير من الكوارث مثل الفيضانات والسيول من خلال برنامج عرف باسم «مشروع تجارب الاتصالات الفضائية» Satellite Telecommunications Experiments Project STEP وذلك باستخدام القمر الفرنسي ـ الألماني «سيمفوني».

وهذا هو الدرس الثالث من تجربة الهند وهو تعميق الاستفادة من تقنيات الفضاء بما يخدم المجتمع ويؤثر فيه. فهاهي الهند الدولة التي تضم مقاطعات من أفقر الأماكن على ظهر الأرض تستخدم أعلى التقنيات وأكثرها تقدما لتحقيق الرخاء والتنمية للشعب، الأمر الذي يكفل المشاركة الكاملة والدعم الشعبي لهذه البرامج ويكفل لها الاستمرار.

غير أن البعد الأهم بالنسبة للهند كان استخدام هذه المشروعات لتطوير برنامجها الفضائي خاصة في مجال محطات الاستقبال الأرضية التي يحتاج إليها بكثافة مثل هذه المشروعات، وكذلك تطوير الأقمار الصناعية. وقد بنت الهند صناعة واسعة على استخداماتها للأقمار الصناعية في مجالات الحاسبات والتحكم والاتصالات وصناعات الإلكترونيات وغيرها.

وهذا هو الدرس الرابع الذي يمكن استخلاصه من تجربة الهند، وهو أن صناعة الفضاء صناعة قائدة لعدد كبير من الصناعات المتصلة بها، وأنه يمكن استغلال مشروع بناء صناعة فضاء عربية بهدف محدد وهو إطلاق قمر مصنع عربيا بعد عدد محدود من السنوات، وهو مشروع يمكن أن يجمع حوله تأييدا شعبيا وسياسيا واسعا لدفع حركة التنمية والصناعة في عدد كبير من الصناعات المتصلة به والمغذية له. وفي أبريل 1975 أطلقت الهند أول أقمارها الصناعية المسمى «أريابهاتا» على اسم أحد الرياضيين الهنود القدماء على متن قاذف سوفييتي من طراز «إنتركوزموس» واتبعته في يونيو 1979 ونوفمبر 1981 بقمرين للاستشعار عن بعد.

القمر الهندي «إنسات INSAT»

رغم أهمية هذه التجارب فإن إسهامها الأكبر كان في إرساء الأساس للبرنامج الضخم INSAT الذي يمثل محور صناعة الفضاء الهندية، وفي الوقت نفسه يعد واحدا من أكثر المشروعات العلمية والتقنية نجاحا في تاريخ الهند.

والقمر الصناعي «إنسات» هو قمر اتصالات متعدد الأغراض علق على المدار الثابت جغرافيا. وقد أطلق من الجيل الأول منه أربعة أقمار سميت InsatI ورمز لها بحروف A-D. ورغم فشل القمرين الأول والثالث من هذه الأقمار فإن القمر الثاني الذي أطلق على متن القاذف الأوروبي «أريان» والقمر الرابع الذي حمله القاذف الأمريكي دلتا والذي لا يزال يعمل (1995) قدما خدمات كبيرة لبرامج استخدام الفضاء في الهند شملت مجالي الاتصال والإرسال التليفزيوني لآلاف المواقع النائية، بالإضافة إلى نظام متكامل للإنذار من الكوارث الطبيعية. ويوجد حاليا 35 ألف موقع في الهند بكل منها هوائي استقبال بقطر يتراوح بين 3-6 ,3 متر لاستقبال البرامج التعليمية والتربوية والاجتماعية من قنوات البث المباشر بهذه الأقمار. ويعتبر القمر الصناعي «إنسات» مسؤولا عن نشر الإرسال التليفزيوني إلى مايقرب من 90٪ من مساحة الهند وهي نسبة كان من المتعذر تماما الوصول إليها أو إلى قريب منها بالمحطات الأرضية.

وهناك تطبيقات عديدة لقمر الاتصال الهندي «إنسات» مثل إذاعة الأخبار واتصالات الحاسبات والاتصالات الخاصة بالأعمال والفاكس والهاتف وغير ذلك، إلا أن الاتساع الجغرافي للمنطقة التي يغطيها القمر أدى إلى إمكان استخدامه في تطبيقات مثل اتصالات الإغاثة.

ولأنه القمر الوحيد فوق المحيط الهندي الذي يمتلك قدرات الرصد الجوي فقد أصبح حيويا لشبكة الرصد الجوي العالمية وللتنبؤات الإقليمية أيضا، ويمكن للقمر أن يعطي صورا عالية الدقة للسحب والتكوينات الجوية فوق المنطقة كل نصف ساعة.

وهناك استخدام آخر وهو ربط القمر بأكثر من 100 محطة استقبال غير مأهولة للإنذار من الكوارث الطبيعية موزعة على طول الساحل الشرقي للهند والمعرض للأعاصير المدمرة.

وفي مايو من عام 1990 استخدم النظام لإنذار وإخلاء أكثر من 170 ألف نسمة وبذلك أمكن إنقاذهم قبل أن يداهمهم إعصار مدمر كان متجها إلى المنطقة، معطيا بذلك مثلا ناطقا على الفوائد المباشرة التي يمكن جنيها من استخدام تقنيات الأقمار الصناعية. ويمكننا أن نورد هنا الملاحظة التالية: إن استخدام التقنيات المتقدمة في حد ذاته لا يفيد ما لم تكن الأجهزة الإدارية والفنية المعاونة مستعدة لاستقبال والاستفادة من هذه التقنيات، حيث كان يمكن أن يكون هذا الإنذار المبكر متاحا بأكثر أجهزة الإنذار تقدما ولا تتم الاستفادة منه نتيجة لتجاهل أو إهمال أو عدم تدريب واستعداد الأجهزة المعاونة.

ومن أعمال الإنقاذ الأخرى التي يساهم فيها القمر الصناعي «إنسات» أعمال البحث والإنقاذ في المحيط الهندي وهو جزء من شبكة دولية لأعمال الإنقاذ في المحيطات.

أقمار الاستشعار

هناك أسطول من الأقمار الهندية مخصص للمسح الفضائي والاستشعار، وهو سلسلة الأقمار Indian Remote Sensing IRS. وتؤدي هذه الأقمار مهام عدة متشعبة تشمل تقدير مساحات المحاصيل والغلة، والتحذير من الجفاف، والتحكم في الفيضانات واستصلاح الأراضي وإدارة الموارد المائية. وتستخدم هذه الأقمار أيضا في إدارة والتحكم في الموارد البحرية والتخطيط العمراني والتنقيب عن المعادن وإدارة الغابات.

وفي الوقت الحالي يوجد قمران للاستشعار هما IRS 1-A. IRS 1-B وقد أطلقا على متن القاذفات الروسية فوستوك في 1988، 1991، وتبلغ دقة أجهزة المسح فيها 25، 36 مترا وبعرض لشريط المسح 145كم، وتعاود هذه الأقمار المسح للمواقع نفسها كل اثنين وعشرين يوما، ومن المنتظر إطلاق قمرين آخرين من المجموعة نفسها في عامي 1995 و1997.

وتحتل الزراعة الأولوية الأولى في استخدام البيانات المستخرجة من الأقمار، حيث يعتمد على الزراعة أكثر من ثلاثة أرباع السكان في الهند.

ويستخدم المسح الفضائي حاليا بشكل روتيني لتقدير مساحة وحالة المحاصيل الحيوية مثل القمح والأرز والقطن والشاي والتبغ. ويمكن التنبؤ

بالمحاصيل بدقة تصل إلى 90٪، في حالة المحاصيل ذات المساحة الشاسعة. وتصدر السلطات المختصة نشرات كل أسبوعين للتنبؤ بحالة المحاصيل والتنبيه إلى الآفات والمخاطر المحتملة.

وخلاصة القول هنا أن الهند تنفذ برنامجا فضائيا متكاملا يجمع بين تطوير تقنيات الفضاء وقدرات الإطلاق الذاتية واستخدام تطبيقات الفضاء على نطاق واسع لصالح المجتمع، ووضعت بنجاح في هذين المسارين نموذجا يحتذى لجميع دول العالم النامي.

2 التحدي الإسرائيلي في الفضاء

يحتل البرنامج الفضائي الإسرائيلي موقعا خاصا في اهتمام العالم العربي باعتبار أن التحديات التي يفرضها على العرب قد تفوق بكثير القدر الذي يناله هذا البرنامج إذا قيس فقط بحجمه بالنسبة للبرامج العالمية الأخرى.

وقد وضعت إسرائيل عينها على الفضاء منذ سنوات عديدة لعدة أهداف عسكرية وسياسية وإستراتيجية. فإسرائيل تدرك أنها لن تستطيع أن تعتمد إلى الأبد على مظلة الحماية الأمريكية، وأنه وإن كانت هذه المظلة تبدو متاحة بشكل كامل لإسرائيل في المستقبل المنظور فإن المسألة بالنسبة لإسرائيل تعد قضية تمس صميم الأمن القومي للدولة لا يمكن تركها للتغيرات السياسية والدولية التي لا يمكن التنبؤ بها.

ومن ناحية أخرى تدرك إسرائيل أنها إن كانت تريد استمرار الاستفادة من مظلة الحماية هذه فإنها لابد أن تقدم للولايات المتحدة فوائد ملموسة يمكن استخدامها في الدفاع عن موقف إسرائيل داخل الولايات المتحدة إذا ظهرت بوادر تغير في

السياسة الأمريكية تجاه إسرائيل، ومن هنا سعت إسرائيل إلى وضع برنامج ذي أهداف أربعة:

1- أن تقنع الولايات المتحدة والعالم بأنها وإن كانت هي الدولة الصغيرة إلا أنها تملك من التقنيات والعلوم ما يجعلها شريكا لا يستغنى عنه بسهولة.

2- أن تدخل مع الولايات المتحدة في مشاركة من أجل تطوير بعض البرامج الفضائية والطيرانية، مما يتيح لها الحصول على كثير من أسرار هذه الصناعة والتي لا يمكن الحصول عليها بقدراتها الذاتية إلا بإنفاق تطويري وبحثي باهظ.

3- أن تطور على مدى متوسط قدرتها الفضائية المستقلة، بما تعنيه من قدرات عسكرية، وبالتالي يمكن أن تتطلع إلى استقلالها عن الولايات المتحدة في زمن قريب نسبيا وبغض النظر عن القدرات العسكرية الهجومية، فإن إسرائيل تدرك أن الولايات المتحدة قد لا تستمر إلى الأبد في إتاحة بيانات أقمار الاستطلاع العسكرية لها، ولذلك تهدف إسرائيل في مدى قريب إلى الوصول لإمكان تطوير وإطلاق أقمار استطلاع خاصة بها.

4- أن تحقق السيادة التقنية في الفضاء في منطقة الشرق الأوسط وبالتالي تكون المستفيدة الأولى من الفرص التجارية التي تظهر في هذا المجال عند استقرار السلام في المنطقة.

وقد أصبحت إسرائيل الدولة الفضائية الثامنة في 19 سبتمبر 1988 عندما تمكنت من إطلاق قمرها الصناعي الأول بقدرات إطلاق ذاتية، وهو قمر صغير طور بهدف اكتساب خبرة صناعية في مجال الفضاء وإعطاء دفعة لبرنامج الفضاء والطيران الإسرائيلي.

ملامح البرنامج الفضائي الإسرائيلي

يعتبر البرنامج الإسرائيلي صغيرا بمقاييس برامج الفضاء الأخرى، وهو بالتأكيد أصغر البرامج السبعة في الفضاء، إلا أن مغزاه يكمن أكثر في امتلاك القدرات التقنية التي تمكنها من الإسراع في تطوير برامج أخرى إذا احتاج الأمر. كما أن دخولها نادي الدول الممتلكة لقدرات فضائية مهما كانت صغيرة يتيح لها الاستفادة من تبادل المعلومات والتقنيات مع هذه الدول وهذا ما لا يتاح للدول الأخرى خارج هذا النادي إلا بترتيبات

معقدة أو لا يتاح أصلا.

ويعتمد البرنامج الإسرائيلي في الفضاء على دعامتين: تصنيع الأقمار الصناعية وتطوير قاذفات الإطلاق. وتعتبر إسرائيل متقدمة بدرجة كبيرة في صناعة الإلكترونيات التي هي عماد صناعة الأقمار الصناعية، وفي الوقت نفسه تنفذ برنامجا نشطا لتطوير وسائل الإطلاق.

ويزن القمر الإسرائيلي الأول، والمسمى «أفق -1» 155 كيلوجراما، وقد تم إطلاقه إلى مدار قريب من الأرض، وهو قمر تجريبي يهدف أساسا إلى إظهار قدرة إسرائيل على الإطلاق الفضائي واكتساب خبرة في مجال الإطلاق الفضائي والاتصال والتحكم. وأطلق القمر الثاني أفق-2 في الثاني من أبريل 1990 وبالوزن نفسه وقد حمل بعض أجهزة التجارب العلمية والاتصال.

وفي 5 أبريل 1995 أطلقت إسرائيل القمر أفق-3 والذي يزن 225 كيلوجراما ويحمل أجهزة استطلاع وتصوير في كل من مجالي الطيف وفوق البنفسجي. وقد أطلق القمر إلى مدار أرضي قريب بارتفاع أدنى 368 كيلومترا وأقصى 729 كيلومترا. وتصل دقة تصوير القمر الإسرائيلي والذي صنعته هيئة صناعات الطيران الإسرائيلي Israeli Aircraft Industries IAI إلى بضعة أمتار وهي دقة غير عالية بالمقاييس العسكرية وإن كانت تكفي لبيان التضاريس والمعالم الكبيرة. على أن إسرائيل تعتبر أن القمر هو خطوة أولى في طريق تطوير صناعاتها الفضائية والتي تحاول بها أن تحتل مكانا بين دول نادي الفضاء الكبرى وتقتطع لنفسها جزءا من كعكة خدمات الفضاء التجارية العالمية والتي تقدر بمئات المليارات من الدولارات.

ولإطلاق أقمارها الصناعية قامت إسرائيل بتطوير قاذف فضائي سمي «شافيت» يعد عماد البرنامج الفضائي الإسرائيلي حيث استخدم في إطلاق القمرين الصناعيين السابقين، وهو قاذف ذو ثلاث مراحل تعمل كلها بالوقود الصلب، وقد بني على أساس الصاروخ الإسرائيلي متوسط المدى «أريحا-2». ولا تملك إسرائيل في الوقت الحالي محركات صاروخية تعمل بالوقود السائل وهي تقنية متقدمة توصلت إليها جميع الدول الفضائية الأخرى.

وفي 16 مايو 1996 أطلقت إسرائيل قمرا للاتصالات والبث يسمى «عاموس»، إلا أن عملية إطلاق هذا القمر إلى مدار جغرافي ثابت على

ارتفاع 36 ألف كيلومتر تخرج تماما عن قدرة القاذف «شافيت»، ولذلك تم الإطلاق بوساطة صاروخ «أريان».

تطور البرنامج الفضائي الإسرائيلي

بدأت إسرائيل نشاطها الفضائي بداية متواضعة في 1959 ثم ركزت هذا النشاط في أعقاب حرب 1967 حيث خصصت ميزانية صغيرة لغرض تطوير قمر صناعي إسرائيلي للاستطلاع. وتلقى البرنامج الإسرائيلي العلمي للفضاء دفعة قوية في عام 1974 حين عهد برئاسته للجنرال حاييم بارليف، وكان انعقاد المؤتمر السنوي للمنظمة الدولية لعلوم الفضاء إيذانا باعتراف العالم بالتقدم الإسرائيلي في هذا المجال[1].

وأعلنت إسرائيل في عام 1983 إنشاء وكالة الفضاء الإسرائيلية «إيسا ISA» كهيئة تابعة لوزارة البحث العلمي لتنسيق أنشطة البحث العلمي في الفضاء، وعهد برياستها إلى العالم الإسرائيلي «يوفال نويمان Yuval Ne'eman». ومنذ ذلك الحين ولد برنامج القمر الصناعي «أفق» والذي اتخذ كوسيلة لبناء قدرات إسرائيل في مختلف مجالات الفضاء، وتوج بإطلاق قمرين من الجيل الأول في 1988 و1990 وقمر أفق-3 من الجيل الثاني في 1995 وتكلف هذا البرنامج نحو 150 مليون دولار.

وبدأت الوكالة نشاطا مكثفا حيث تم على الفور إنشاء لجان عدة متخصصة ذات مهام محددة كان من بينها لجنة الملاحة الفضائية ولجنة البنى التحتية ولجنة التطبيقات المساعدة. ويتكون مجلس إدارة الوكالة من 23 عضوا من كبار المهندسين والعلماء وممثلي الوزارات المختلفة، كما تم إشراك عدد من الجامعات ومراكز البحوث في نشاط الوكالة، وتم توثيق روابطها بالوكالات المتخصصة للدول المتقدمة فضائيا مثل وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» ووكالة الفضاء الأوروبية ESA والمركز القومي الفرنسي لأبحاث الفضاء ومركز أبحاث الفضاء بألمانيا، وأخيرا مع اليابان ووكالة الفضاء الروسية والتي تم توقيع اتفاق معها في 1991[2].

ومن أهم المراكز التي يجري فيها تطوير تقنيات الفضاء في إسرائيل معهد «آشر» لبحوث الفضاء التابع لمعهد تخنيون التقني Technion Institute of Technology وهو أشهر جامعة تكنولوجية في إسرائيل ومن أبرز الجامعات

التقنية عالميا. وتم إنشاء معهد بحوث الفضاء في عام 1986 لتزويد الصناعة الإسرائيلية بالخبرات العلمية والهندسية في مجالات علوم الفضاء المختلفة والتي تشمل علوم ميكانيكا الفضاء ونظم الدفع للمركبات الفضائية وقاذفات الإطلاق وعلوم التحكم والتوجيه والمواد وتصميم الهياكل الفضائية. ويضم المعهد 25 أستاذا وعضو هيئة تدريس و28 مهندسا وباحثا متخصصا تم اختيارهم من مختلف قطاعات الصناعة والجامعات بالإضافة إلى أعداد أخرى من الفنيين والمساعدين[3].

وربما تتيح هذه المعلومة بالذات فرصة مقارنة بين إمكانات إسرائيل وإمكانات الدول العربية خاصة مصر في مجال الفضاء، فمن حيث العلماء المتخصصين لا يعاني العرب من نقص فيهم في مختلف مجالات صناعة الفضاء، فيوجد في جامعة القاهرة قسم هندسة الطيران والفضاء التابع لكلية الهندسة والذي يضم عددا من الأساتذة والعلماء في التخصصات السابق ذكرها، وهم لا يقلون عن نظرائهم في العالم إذا ما أتيحت لهم الإمكانات والمعامل والاحتكاك الدولي المستمر. كما أن هناك عددا من العلماء والمهندسين الذين يعملون في شركات ومراكز أبحاث في الدول الفضائية المتقدمة وخاصة الولايات المتحدة وكندا. لكن يبقى أن وجود العلماء والخبراء لا يكفي وحده، بل لابد من وجود المشروع القومي الذي يجمع هؤلاء العلماء ويكفل لهم الإمكانات والدعم المادي والمعنوي ويوجههم نحو هدف قومي محدد تتبناه الدولة وتكفل له الاستمرار والنجاح.

على أن إسرائيل لم تكتف بعلمائها المقيمين في إسرائيل، بل تعقد برامج وثيقة للتعاون مع العلماء اليهود والصهاينة المقيمين في دول أخرى. وفي هذا الصدد استطاعت إسرائيل أن تستفيد من انهيار الاتحاد السوفييتي وخروج أعداد كبيرة من علماء الفضاء بحثا عن العمل واستوعبت أعدادا ضخمة من هؤلاء العلماء تقدر بالآلاف منهم عدد كبير من علماء الفضاء الذين انتقلوا إلى إسرائيل بالهجرة، وتم على الفور ضمهم واستيعابهم في برنامج الفضاء الإسرائيلي.

إسرائيل وحرب المعلومات

ظهر من التطبيق العملي لتقنيات الفضاء المتعددة أن صراع الفضاء

إنما يدور في الحقيقة حول المعلومات، وهي المعلومات التي تنتج عن المسح الفضائي أو ما اصطلح على تسميته بالاستشعار عن بعد. فهذه التقنية الخطيرة تنتج أكداسا من المعلومات حول كل جوانب الثروة الطبيعية المعدنية منها والمائية والنباتية والبحرية.

وهذه المعلومات يحكمها قانون دولي يتيحها دون حدود لمن يستطيع الحصول عليها، فالفضاء مفتوح نظريا للجميع، ولا تقيده الحدود السياسية والجغرافية على الأرض. ولكن الواقع أنه مغلق تماما إلا على من يملكون تقنيات الأقمار الصناعية: صنعها وإطلاقها وتزويدها بالقدرة على الرصد واستقبال المعلومات منها وتحليل هذه المعلومات والاستفادة منها. حلقات متكاملة من التقنية تتيح نوعا جديدا من السيطرة لا يحتاج إلى جيوش، لكن فعاليته أقوى من الجيوش الجرارة. ومن ذا الذي يحتاج إلى جيش ليحتل أرضا يعرف، عن طريق أقماره، أنها لا تحتوي ثروة تهمه؟ ومن الذي يمنعه من التركيز على منطقة يعرف هو، دون غيره، أهميتها الإستراتيجية؟

ولعل هذا -في نهاية الأمر- هو ما دفع دولا مثل الصين والهند -وعلى وجه الخصوص إسرائيل- إلى الحرص على إطلاق أقمار الاستطلاع الخاصة بها رغم التكاليف الباهظة ورغم أن المعلومات متاحة في السوق المفتوحة.

إن إسرائيل بالذات بصدد رسم سياسة جديدة للهيمنة الإستراتيجية والاقتصادية في منطقة الشرق الأوسط، ولهذا الهدف فهي لا تستطيع الاكتفاء بمعلومات من الدرجة الثانية تمدها بها أمريكا أو تشتريها من دول أخرى ولا تسيطر هي بنفسها على عملية معالجتها. وإستراتيجية إسرائيل لا تكتفي بدول الجوار ولا تكتفي باستطلاع التحركات العسكرية، بل تريد أن تدخل المفاوضات التي من المتوقع أن تجرى في مرحلة تالية على المياه والبترول وأنابيب البترول وقنوات توصيل البترول من موقع القوة، وهو موقع المالك للمعلومات التي تعد سلاح القرن الحادي والعشرين بينما تظن أطراف أخرى أنها تملك الأرضص والواقع أن الأرض تسحب من تحت أقدامها.

ليست القضية إذن أن إسرائيل تخشى أن تقطع عنها الولايات المتحدة مدد المعلومات الاستطلاعية العسكرية، فهذا أمر نعلم جميعا أنه ليس في نطاق الاحتمالات القريبة، ولكن الحقيقة أن إسرائيل تريد معلومات لا

تستطيع أمريكا نفسه أن تمدها بها، معلومات لا تهم إلا إسرائيل نفسها بصفتها داخل المنطقة وتتوقف على أولوياتها التي تعرفها هي فقط والتي تتغير باستمرار طبقا للمعلومات التي تحصل عليها ذاتها.

ومن هنا كان حرص إسرائيل الشديد على امتلاك تقنيات الإطلاق وتقنيات الاستطلاع وقد قطعت فيهما شوطا يسمح لها -إن احتاج الأمر- بأن تقطع الحبل السري الذي يربطها بأمريكا.

وفي ضوء هذا فقط يمكن فهم برنامج إسرائيل الفضائي، ويبقى أن تعلق الدول العربية على المعلومات الاهتمام نفسه الذي تعلقه عليها الدول المتقدمة، وعند ذلك يمكن أن ندخل في مفاوضات لا نخرج منها بحبات من الخرز في مقابل استغلال الثروات الوطنية، وهي المقايضة نفسها التي تمت في بدايات عصر الاستعمار العسكري عندما كانت هناك مسافة الفجوات نفسها بين الذين يعرفون والذين لا يريدون أن يعرفوا.

وعلى الجملة فإن برنامج إسرائيل الفضائي، على صغره، يفتح لها آفاقا للسيطرة على مقدرات المنطقة وهي قدرات لا ينبغي مطلقا أن تظل دون مواجهة ببرنامج مماثل، وذلك في الوقت الذي يخلو فيه العالم العربي تماما من أي بادرة على وضع تصور لبرنامج عربي فضائي أو صناعة فضائية عربية مستقلة. هذا مع أن الإمكانات العلمية والتقنية لمثل هذا البرنامج متاحة في العالم العربي لو توافرت الإرادة السياسية والدعم الواعي طويل النفس، وإن كان يبدو في الوقت الحاضر أن هذا أمر عسير.

في عام 1986 وقعت إسرائيل اتفاقا مع الولايات المتحدة الأمريكية للمشاركة في «مبادرة الدفاع الإستراتيجي» المعروفة باسم «حرب النجوم» للقيام بتجارب تتعلق بالصواريخ المضادة للصواريخ. وقطعت شوطا في هذه الأبحاث وفي عام 1990 بعد العدوان العراقي على الكويت أسرعت إلى نشر بطاريات من صواريخ «باتريوت» الأمريكية فوق أراضيها، ردا على تساقط بعض الصواريخ العراقية على مستوطناتها. وبعد انتهاء هذا العدوان طالبت باستئجار هذه البطاريات، أو شرائها.

في 6 أبريل 1995 توجت إسرائيل جهودها بإطلاق قمر الاستطلاع الثالث أفق-3 وأصبحت تمتلك منظومة متكاملة للاستطلاع والاستشعار الفضائي. دوامت على بنائها خلال الأعوام الأخيرة تحت زعم ألا تتكرر مفاجأة أجهزتها

الدفاعية بمفاجأة على غرار المفاجأة التي حققها الهجوم المصري بعبور قناة السويس في أكتوبر 1973.

في 16 مايو 1996، حققت إسرائيل حلما قديما كانت تناور بتأجيله منذ عام 1984 بإطلاق قمرها الأول للاتصالات «عاموس» بصاروخ دفع «أريان». ويحمل القمر أربع قنوات مجيبة، ويغطي منطقة الشرق العربي ببثه التلفزيوني المباشر عبر هوائيات طبقية (دش) ذات قطر 80 سنتيمتر.

هوامش ومراجع

(الباب التاسع)

الفصل الأول

(1) انظر الترتيب الزمني للدخول في عصر الفضاء، جدول (6-3).

(2) وقعت هذه الاتفاقيبة في أواخر الثمانينيات وتقضي بتعاون الدول الموقعة لمنع انتشار تقنيات صناعة الصواريخ بهدف منع وقوع هذه التقنية في أيدي دول غير مرغوب في امتلاكها لها، عادة من وجهة نظر الدول الغربية وخاصة الولايات المتحدة.

(3) حمدي قنديل: أقمار الاتصالات ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب ـ 1985.

(4) المرجع السابق.

الفصل الثاني

(1) دراسة للدكتور محمد عبدالهادي، مجلة المصور القاهرية، 21 أبريل 1995.

(2) المرجع السابق.

(3) Janes Aerospace Directory, 1994-1995.

الباب العاشر
الاستخدامات السلمية
للأقمار الصناعية

نظرا لوجود القمر الصناعي في مدار أرضي فإن كل التطبيقات المتصلة به تطبيقات أرضية، فالقمر الصناعي في هذه الحال ليس أكثر (أو أقل) من منصة عالية في الفضاء تدور حول الأرض بسرعة معينة، ويحدد المدار الذي يدور فيه القمر ارتفاع القمر بطبيعة الحال كما يحدد سرعة دورانه (انظر الباب الأول). ويمكن عندئذ استخدام هذه المنصة في الرصد والاستطلاع أو استخدامها برجا للاتصالات التليفزيونية، أو حتى استخدامها منصة لإطلاق أسلحة فضائية من نوع أشعة الليزر التي كانت تعمل لتطويرها مبادرة الدفاع الاستراتيجية المعروفة بحرب النجوم.

ورغم أن الدوافع الرئيسية خلف إنجازات الفضاء كانت بالطبع عسكرية وسياسية، فإن التقنيات ذاتها التي تستخدمها في الأغراض العسكرية لاستطلاع ورصد التحركات العسكرية، أو لتعرف طبيعة أرض ميادين القتال وللاتصال بالوحدات العسكرية هي بعينها التي تستخدم لدراسة تعمير هذه الأرض وتحسين الاتصالات المدنية مما جعل حركة التكنولوجيا بين الاستنباط لُراض عسكرية والتطبيق في أُراض مدنية أمرا طبيعيا وسهلا. وكانت هذه على كل حال سمة رئيسية من سمات عصر الفضاء وبمعنى أدق سرعة انتقال من المعامل العسكرية إلى الاستخدام المدني. وظهر هذا أكثر ما ظهر ـ على سبيل المثال ـ في تقنيات الاتصال والبث التليفزيوني وفي تقنية المواد المركبة التي شاع استخدامها في السيارات والطائرات وهي عبارة عن لدائن مصنعة بديلة للمعادن وتتميز بقوة تعادل وتزيد أحيانا على قوة المعادن المماثلة لها في الوزن مع تمتعها بخصائص إضافية تتوقف على التطبيق الذي تستخدم فيه.

ويمكن تقسيم الوظائف التي يقوم بها القمر الصناعي إلى ثلاث وظائف أساسية هي الرصد والاتصال والبث، وجميعها -كما نرى- عبارة عن استقبال وإرسال معلومات سواء على الشيوع أو إلى مستقبل معين، ومن هنا يمكن أن ندرك الصلة الوثيقة بين ثورة الاتصال وثورة المعلومات وبين هاتين الثورتين والتقدم الهائل الذي حدث في علوم الفضاء.

وتتصل معظم الاستخدامات السلمية الرئيسية للأقمار الصناعية بهذه الوظائف الثلاث، بينما يتصل باقي الاستخدامات بوجود القمر الصناعي أو المركبة الفضائية في الفضاء تحت ظروف الجاذبية الضعيفة أو بالوصول

إلى كوكب معين.

ويمكن تصنيف الاستخدامات على النحو التالي:

أ- الرصد:

1- الأرصاد الجوية

2- الاستشعار عن بعد (المسح الضوئي والحراري).

ب- الاتصال:

3- الاتصالات.

4- الملاحة.

5- الإغاثة.

ج: البث:

6- البث التليفزيوني والإذاعي.

د- وظائف أخرى:

7- استشكاف الكون.

8- بحوث الجاذبية الضعيفة.

وسوف نتناول في الأبواب التالية البرامج الفضائية المتعلقة بكل تطبيق من هذه التطبيقات وكيفية استخدام الفضاء والأقمار الصناعية لخدمة هذا الهدف.

البدايات الأولى للاستخدام السلمي للفضاء

بدأ الاستخدام السلمي للفضاء مع بداية عصر الفضاء نفسه، فمنذ أطلقت الأقمار الصناعية الأولى خصص بعضها لأغراض الأرصاد الجوية والتي كانت أول استخدام غير عسكري لهذه التقنية الجديدة. وكان أول قمر صناعي غربي من هذا النوع هو القمر الصناعي الأمريكي المستكشف - 7 (7-Explorer) في عام 1959 وكان يحمل أول تجربة لقياس التغيرات في الجو، وتبع ذلك سلسلة أقمار تايروس TIROS (Television and Infrared Observation Satallite) للرصد بالأشعة الحرارية (تحت الحمراء)[1]. وأطلق من هذه المجموعة عشرة أقمار بين عامي 1960 و1963، ومن هذه الأقمار تم إرسال أول صور للتكوينات السحابية عن طريق القمر تايروس-8.

ومن ناحية أخرى أطلق الاتحاد السوفييتي قمرين للأرصاد الجوية هما

كوزموس-144 وكوزموس-156 واللذين يشكلان معا أساس نظام الأرصاد الجوية المسمى «متيور» لاحتوائها على أجهزة تصوير بالأشعة تحت الحمراء.

ومنذ عام 1979 وضعت أقمار خاصة بالأرصاد الجوية في المدار الجغرافي الثابت. وتتابع إطلاق هذه الأقمار من دول مختلفة هي الولايات المتحدة وروسيا وأوروبا واليابان والهند، وترتبط كلها بشبكة أرصاد جوية عالمية متكاملة، وسيأتي الحديث عن هذا الموضوع في الباب التالي الخاص بالأرصاد الجوية.

واستغلت الأقمار الصناعية مبكرا في الاتصالات. وكان أول قمر استغل في هذا الغرض هو القمر الصناعي الأمريكي «كورير» الذي أطلق في 4 أكتوبر 1960. إلا أن استخدام الأقمار الصناعية في نقل برامج التليفزيون جاء في عام 1962 عندما أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» القمر تلستار». لكن هذه الأقمار الأولى لم تكن أقمارا ثابتة وإنما كانت أقمارا سريعة تدور في مدار منخفض[2]، ولذلك لم تكن تبقى فوق منطقة معينة أكثر من بضع دقائق. وكان أول قمر في المدار الثابث استخدم تجاريا لأغراض الاتصال هو القمر Early Bird والذي أطلق في 6أبريل 1960، وبعدها بسبعة عشر يوما أطلق الاتحاد السوفييتي القمر «مولينا-1» وهو القمر السوفييتي الأول المخصص للاتصالات[3].

وكان أول قمر استخدم للبث التلفزيوني البعيد المدى هو القمر «سينكوم-3» الذي أطلق في 19 أغسطس 1964. والذي حقق فتحا جديدا بنقل صور مباريات الألعاب الأولمبية التي كانت تقام في طوكيو وقتئذ. واستمتعت دول أوروبية ومدن شرق أمريكا بمشاهدة هذه المباريات وقت لعبها. وكان المتبع قبل ذلك أن تنقل أفلام سينمائية لها بالطائرات وتذاع بعد إقامة المباريات بعشرات الساعات.

وفي 1972 أطلقت الولايات المتحدة القمر لاندسات-1، وبذلك دخلت الأقمار الصناعية مجال المسح الفضائي بشكل تجاري. وقد ازدادت أهمية هذا المجال زيادة كبيرة وخاصة بالنسبة للدول النامية التي لاتزال في حاجة إلى استخدام مواردها الاستخدام الأمثل. وقد أطلقت فرنسا القمر الصناعي «سبوت» ووضعت نظاما لإتاحة المعلومات التي يلتقطها بشكل تجاري لمن يريدها. وسنتناول هذا الموضوع تفصيليا في الباب الرابع عشر

الخاص بالاستشعار عن بعد.

وتمثل الأقمار الصناعية الوسيلة المثلى لمسح المحيطات التي تمثل نسبة كبيرة من سطح الأرض يصعب متابعتها بالطرق التقليدية. وكان أول قمر مخصص لهذا الغرض هو القمر الأمريكي Seasat والذي أطلق في عام 1978.

وكان من أواخر التطبيقات ظهورا، نظرا لتعقيد شبكة الأقمار التي تنفذه، نظام الملاحة الجوية، وهو نظام وضعت له شبكة من الأقمار تغطي العالم كله في كل لحظة من لحظات الليل والنهار بهدف تحديد مواقع الطائرات والسفن وربطها بشبكة ملاحة متكاملة في ما يعرف «بنظام تحديد المواقع العالمي». وسيأتي الكلام عنه بالتفصيل عن ذلك في الباب الثاني عشر الخاص بالملاحة.

المدارات واستخداماتها المختلفة

يختلف المدار الذي يطلق إليه القمر الصناعي باختلاف الغرض المخصص له ذلك القمر. وقد سبق أن تعرضنا لأنواع المدارات المختلفة في الفصل الذي تحدثنا فيه عن علوم الفضاء، ونعود هنا لنخلص هذه المدارات واستخداماتها قبل أن نعرض لهذه الاستخدامات بالتفصيل في الأبواب الأربعة التالية.

وتنقسم أهم مدارات الأقمار الصناعية إلى مدارات أرضية منخفضة، ومدارات قطبية وهناك أيضا المدار الجغرافي الثابت. وتستخدم المدارات الأرضية المنخفضة (Low Earth Orbits (LEO في التصوير والقياسات الفضائية عالية الدقة نظرا لقربها من الأرض. ويتراوح ارتفاع هذه المدارات بين 150 كيلومترا إلى أكثر من 1000 كيلومتر فوق سطح الأرض، وقد تكون هذه المدارات دائرية أو بيضاوية.

ويحدد ارتفاع المدار سرعة القمر اللازمة للاحتفاظ به في المدار، والزمن اللازم لإكمال دورته حول الأرض أيضا. فالقمر الذي يدور على ارتفاع 150كيلومترا في مدار دائري يتم دورته في 90 دقيقة بينما يكملها القمر الذي يدور على ارتفاع 870كيلومترا في 100 دقيقة.

وكلما زاد ارتفاع القمر زادت المساحة التي يمكن أن يغطيها من سطح

الأرض. وعند ارتفاع 35800 كيلومتر يستغرق القمر أربعا وعشرين ساعة تماما ليكمل دورة حول الأرض. وحيث إن الأرض تدور حول محورها بهذه السرعة نفسها فإن القمر يبدو ثابتا فوق منطقة معينة من سطح الأرض.

وفي بعض التطبيقات يكون من المناسب أن يطلق القمر في مدار بيضاوي تكون الأرض في موقع البؤرة منه، أي أن القمر يكون قريبا من الأرض في جزء من مساره وبعيدا عنها في جزء آخر. وفي مثل هذا المدار تكون سرعة القمر كبيرة عندما يكون قريبا من الأرض وتقل سرعته عندما يكون بعيدا عنها. وتستخدم هذه الخاصية عندما نريد أن يبقى القمر فوق منطقة معينة لمدة أطول.

وتتحدد المساحة التي يغطيها القمر من سطح الأرض باعتبارين آخرين بالإضافة إلى ارتفاع المدار وهما مجال رؤية الأجهزة المثبتة بالقمر وزاوية ميل مستوى المدار. أما مجال رؤية الأجهزة فيتوقف على دقة هذه الأجهزة، إذ كلما تطلب الأمر دقة أعلى في التصوير والاستطلاع ضاق مجال الرؤية في الدورة الواحدة أو ضاق شريط المسح الذي يغطيه القمر من سطح الأرض.

أما الاعتبار الثاني فهو زاوية ميل مستوى المدار. ولتوضيح ذلك لنا أن ننظر إلى مدار استوائي، أي أن المدار موضوع مباشرة فوق خط الاستواء. فالقمر في هذا المدار سوف يتمكن من تصوير الدائرة الاستوائية فقط وما حولها في شريط ضيق تحدده زاوية رؤية الأجهزة المركبة عليه. لكن إذا كان المدار عموديا على خط الاستواء أي من القطب الجنوبي إلى الشمالي وهكذا، فبينما تدور الأرض من الغرب إلى الشرق حول محورها يدور القمر من أحد القطبين إلى الآخر، وبذلك فإن كل نقطة على سطح الأرض سوف تقع تحت مجال رؤية القمر في وقت ما. ويسمى مثل هذا المدار مدارا قطبيا ويستخدم لأنظمة الاستشعار الدولية التي تحتاج إلى أن تغطي كل سطح الأرض.

لأهمية هذا المدار عقدت عدة مؤتمرات في إطار الاتحاد الدولي للاتصالات لتنسيق استخدام المدار. ويتم توزيع المواقع في المدار الجغرافي الثابت بحيث يفصل بين كل قمر صناعي وآخر ثلاث درجات، كما يتم تخصيص الذبذبات التي يتم الإرسال عليها بمقتضى اتفاقات دولية لضمان

عدم التداخل. ويسقط حق الدولة في الموقع المخصص لها إذا لم تستخدمه في ظرف عدد معين من السنوات، وقد كان هذا أحد الأسباب التي حدت بمصر إلى الإسراع بإطلاق قمر الاتصالات والبث التليفزيوني نايل-سات قبل أن تفقد الموقع المخصص لها في المدار الجغرافي الثابت.

مدار مولنيا Molniya Orbit

تقع معظم أراضي روسيا ودول الاتحاد السوفييتي السابق في شمال النصف الشمالي من الكرة الأرضية، ولذلك يصعب رصدها من أقمار المدار الجغرافي الثابت التقليدي والذي يقع فوق خط الاستواء. ولكي تتغلب روسيا على هذه الصعوبة فإنها تستخدم مدارا بيضاويا بحيث يكون القمر بعيدا عن الأرض (وبالتالي أبطأ) عندما يكون فوق أراضي روسيا ويكون قريبا من الأرض بحيث يمر سريعا فوق بقية العالم. وبذلك يبقى القمر أطول مدة من مداره فوق أراضي روسيا أو الاتحاد السوفييتي السابق. ويمكن التغلب على الفترة التي لا يكون فيها القمر فوق أراضي روسيا بوضع عدة أقمار في هذا المدار بحيث يكون دائما هناك قمر متاح للاتصالات.

سوق الإطلاق التجارية

ليس من الضروري لأي دولة تود إطلاق قمر صناعي أن تمتلك القدرة على الإطلاق، أي تمتلك القاذفات العملاقة التي تستطيع أن تحمل الأقمار الصناعية الكبيرة (حوالي طنين) إلى المدارات البعيدة وخاصة مدار الثبات الجغرافي (35800كيلومتر). ورغم أن الدول الفضائية الصغيرة (كالهند وإسرائيل) تملك القدرة على أن تضع أقمارا صغيرة في مدارات قريبة، فإن هذه الدول نفسها تحتاج إلى الاستعانة بالقاذفات العملاقة لدول كبرى لوضع أقمارها في المدارات البعيدة.

ومع تزايد استخدامات الأقمار الصناعية في الأغراض المدنية وخاصة الاتصالات والبث التليفزيوني نشأت الحاجة إلى قاذفات إطلاق تجارية يتم استئجارها لوضع قمر معين في مدار معين، وظهرت سوق تجارية تقدر ببلايين الدولارات سنويا لتقديم خدمات الإطلاق.

وهناك أربع دول أو مجموعات دول تقدم هذه الخدمة التجارية حاليا وهي وكالة الفضاء الأوروبية والتي تقدم القاذف أريان-4 وسوف تقدم أريان-5 بدءا من1996، ثم أمريكا والتي لديها مكوك الفضاء الأمريكي وعدد من القاذفات الأمريكية التجارية مثل القاذفات دلتا من شركة ماكدونل دوجلاس (ينظر الفصل الخاص بالقاذفات الأمريكية في الباب السادس)، ثم الصين والتي تقدم القاذف الصيني لونج مارش أو CZ-4 وأخيرا روسيا التي تحاول المنافسة في هذا المجال بما لديها من قاذفات قوية متعددة (انظر الفصل الخاص بالقاذفات الروسية في الباب السادس).

ولا يعتمد نجاح الدولة في تسويق قدرات الإطلاق الفضائية لديها على مجرد توافر القدرة على حمل قمر صناعي ذي حمولة معينة إلى مدار على ارتفاع معين، أو حتى على السعر الذي تتقاضاه ثمنا لتلك الخدمة الخاصة، بل إن هناك عدة اعتبارات أخرى تحدد مكانة القاذف في سوق الإطلاق، وأهم هذه الاعتبارات:

- الاعتمادية، وهي نسبة نجاح الإطلاقات السابقة لهذا القاذف، فالحمولة الفضائية غالية جدا، ولا تمثل فقط استثمارا اقتصاديا، بل جهودا علمية وفنية كبيرة وفترة زمنية طويلة تنفق لإعداد التجارب العلمية، وانتظارا لظروف إطلاق مناسبة قد لا تتوافر أحيانا إلا كل بضع سنوات، وأخيرا ظروفا سياسية مواتية. وعلى سبيل المثال فإن فشل القاذف الروسي في حمل قمر صناعي إسرائيلي إلى المدار في مارس 1995 والذي لم ينل قدرا كافيا من الاهتمام نتيجة التغطية عليه بالإطلاق الإسرائيلي الناجح للقمر أفق-3 يمثل خسارة إعلامية وسياسية لكل من إسرائيل وروسيا، وفي حالة الأخيرة يمثل نكسة واضحة في الترويج لقاذفاتها أيضا.

- استعداد الدولة الناقلة لنقل جزء من خبراتها التقنية إلى الدولة صاحبة القمر الصناعي. ويمثل هذا الاعتبار أهمية خاصة بالنسبة للدول التي تصبو إلى إنشاء صناعات فضائية. وتعد الصين من الدول التي تولي هذا الجانب عناية خاصة وتبدي استجابة ملموسة تجاه مطالب الدول النامية في هذا الصدد.

ونظرا للاحتمالات الكبيرة لفشل إطلاق معين (تصل إلى 20-25٪ في بعض الأحوال) فإن الشركات الصانعة للأقمار الصناعية عادة ما تصنّع

قمرين متماثلين من الطراز نفسه تحسبا ليس فقط لفشل الإطلاق وإنما لحدوث عطب في القمر يؤدي إلى توقفه عن العمل قبل انتهاء عمره الافتراضي أيضا.

التأمين على الحمولات الفضائية

ونتج عن الاعتبارات السابقة ظهور سوق للتأمين على الأقمار الصناعية وعلى الحمولات الفضائية عموما. وكأي سوق ناشئة عانت هذه السوق اضطرابات النشأة الأولى، حيث كانت معدلات التأمين منخفضة بدرجة كبيرة نتيجة التفاؤل الذي ساد صناعة الفضاء في السبعينيات ونقص الخبرة التراكمية لمثل هذا المجال. وبينما كانت معدلات التأمين في السبعينيات في حدود 10٪ من إجمالي قيمة الحمولة وتكلفة الإطلاق، فإن هذه المعدلات أثبتت أنها منخفضة بصورة غير واقعية وأدت إلى خسائر كبيرة لصناعة التأمين الفضائي الناشئة وإلى إحجام شركات التأمين عن الدخول في هذا المجال وتحمل مخاطره. وعلى سبيل المثال الخلاف الذي حدث بين الشركات المصنعة للقمر العربي الأول «عربسات-1» الذي تعطلت أغلب قنواته عن العمل ثم حيوده عن المدار الثابت، وامتناع شركت التأمين عن تغطية الخسارة الأمر الذي تحول إلى قضية دولية. وهناك مثال آخر خاص بالقمر الإندونيسي «بالابارب» الذي تعطل في الفضاء. وأمكن إنقاذه بوساطة المكوك الأمريكي سنة 1984، بعد أن غطت شركات التأمين تكاليف إنقاذه.

وفي الثمانينيات ارتفعت تكلفة التأمين إلى 20٪ ووصلت أحيانا إلى 30٪ من إجمالي التكلفة، مما حدا ببعض الشركات المنتجة للأقمار الصناعية إلى اللجوء إلى التأمين الذاتي أي ضمان الإطلاق والتعويض عن الخسائر نتيجة فشل الإطلاق.

وتتراوح تكلفة التأمين حاليا مابين 17٪ -21٪ من إجمالي قيمة الحمولة وتكلفة الإطلاق[4]، وتتفاوت هذه التكلفة حسب نوع القاذف وتاريخه وعدد مرات الإطلاق سنويا وهكذا. ويوضح الجدول رقم (10-1) التكلفة النسبية للتأمين للقاذفات التجارية المتاحة.

جدول رقم 10 – 1

مقارنة بين تكلفة التأمين للقاذفات الفضائية التجارية [5]

نوع القاذف	درجة إحتمال نجاح الإطلاق*	متوسط تكلفة الإطلاق (مليون$)	متوسط تكلفة الحمولة (مليون$)	تكلفة التأمين %
إريان (أوربي)	0.89	65	100	18%
أطلس (أمريكي)	0.87	70	100	20%
دلتا (أمريكي)	0.9	45	70	17%
بروتون (روسي)	0.87	50	100	20%
لونج مارش (صيني)	0.83	35	70	21%

(*) لا توجد طريقة معتمدة لتحديد احتمال نجاح الإطلاق، ولذلك يقاس هذا الرقم بناء على عدد الإطلاقات الكلي والذي قد يختلف اختلافا كبيرا من قاذف إلى آخر.

مراجع وهوامش

(الباب العاشر)

(1) موسوعة كمبريدج للفضاء. مطبعة جامعة كمبريدج 1992.

(2) تتناسب سرعة القمر عكسيا مع الجذر التربيعي لارتفاع المدار، فكلما زاد ارتفاع المدار قلت سرعة القمر، ولذلك فالأقمار التي تدور في مدار قريب من الأرض هي أقمار سريعة وبالعكس.

(3) حمدي قنديل ـ اتصالات الفضاء ـ طباعة الهيئة المصرية للكتاب 1985.

(4) The space insurance industry: does it have future? Aerospace America, Jan 1994, pp 27-30.

(5) المرجع السابق.

الباب الحادي عشر
استخدامات الأقمار الصناعية
في الأرصاد الجوية

عني الإنسان منذ وجد على سطح الأرض بالظواهر الجوية، وحاول تذليلها والتعامل معها، وعندما أعياه فهمها وأخافته ضراوتها جعل لكل ظاهرة إلها وقدم له القرابين، فهذا إله الرعد وتلك إلهة المطر وهذا نبتون إله البحر. لكن الجو برعده ومطره وزوابعه وأعاصيره ظل مصدر قلق وخوف للإنسان كما هو مصدر خير ورزق له. وفي كل الأحوال ظل فهمه للظواهر الجوية وقدرته على التنبؤ بالجو مسألة حيوية يسعى إليها وتؤثر في حياته ورزقه وصيده وزراعته تأثيرا مباشرا.

وقد يصعب علينا نحن الذين نعيش في المنطقة العربية وجنوب البحر المتوسط تقدير أهمية الأرصاد الجوية بالنسبة لشعوب الشمال نظرا لطبيعة جونا المستقرة نسبيا وعدم وجود التغير الهائل بين الفصول.

ويمكننا تقدير هذه الأهمية إذا ذهبنا مثلا إلى الإسكندرية ورأينا كيف يحسب الصيادون مواعيد النوات وكيف يتنبأون بالجو بناء على خبرتهم الطويلة، وكيف يرتبون حياتهم على نزوات البحر وأهوائه. وفي دول أخرى كالولايات المتحدة واليابان يلعب التنبؤ الجوي دورا اقتصاديا كبيرا في تقدير المحاصيل والغلال، وفي متابعة الأعاصير والزوابع والتي تصل إلى حد الكوارث الطبيعية.

وعلى سبيل المثال فقد أحدث إعصار «أندرو» الذي يهب على الساحل الشرقي من الولايات المتحدة خسائر في ولاية فلوريدا منذ سنوات قليلة تقدر بعدة بلايين من الدولارات وأدى إلى تدمير شامل لمناطق واسعة، وأعلنت هذه المناطق كوارث، وهبت لمساعدتها الحكومة الفدرالية. ولا شك في أنه يمكن تقليل الخسائر في الأرواح والأموال بشكل كبير عندما يمكن ترحيل السكان من المناطق التي تقع في مسار الإعصار، ويحتاج ذلك إلى متابعة شبه لحظية حيث إن هذه الأعاصير تغير اتجاهاتها بشكل فجائي وسريع ولا يمكن التنبؤ به. ولحسن الحظ فإن الأقمار الصناعية يمكنها الآن القيام بمهمة المتابعة هذه بشكل دقيق كما سنوضح بعد قليل.

والأرصاد الجوية علم قديم، قبل الأقمار الصناعية وغزو الفضاء، ويتم عن طريق محطات للأرصاد الجوية منتشرة في أنحاء العالم، وتمد هذه المحطات مراكز المراقبة الجوية بمعلومات كثيرة عن الجو وعناصره من درجات حرارة وضغط وسرعة رياح وغيرها. ويتم التنبؤ بالجو عن طريق

نماذج رياضية ضخمة ومعقدة يحاول بها خبراء الجو -وهم دارسو فيزياء من حيث التخصص- محاكاة ما يحدث في الطبيعة وبالتالي استنتاج زمن وموقع الأحداث الجوية المختلفة وإذاعتها للتصرف بما يمليه الموقف للاستفادة من خيرها أو لتجنب النتائج الضارة للزوابع أو الأعاصير.

وينقسم التنبؤ الجوي إلى تنبؤ قصير ومتوسط وطويل المدى، وتقل دقة التنبؤ بطبيعة الحال كلما زادت مدته. وعلى العموم يمكن الاعتماد على التنبؤات الجوية بدقة فيما لا يزيد على يوم أو بعض يوم. ويحصل من يقومون بتقديم النشرات الجوية في التليفزيون على قدر غير عادل من سخريتنا وتهكمنا، خاصة إذا جاءت الأحوال مخالفة لما قدموه في النشرة الجوية، وهي سخرية بطبيعة الحال موجهة إلى نسبة الخطأ في توقعاتهم، غير أنه من الإنصاف أن نعلم أن الجو ظاهرة علمية معقدة جدا وليس أدل على تعقيدها من أن الولايات المتحدة تستعمل للتنبؤ الأكثر دقة بها أكثر الحاسبات تعقيدا وقوة مثل الحاسب الفائق super computer المعروف باسم كراي.

وكلما زادت دقة وآنية المعلومات المتاحة لحاسبات التنبؤ الجوي ومراصده، كان التنبؤ أكثر دقة. وقد كانت الأرصاد الجوية هي أحد التطبيقات المدنية التي استفادت مبكرا من الأقمار الصناعية. ويمكن النظر إلى القمر الصناعي في هذه الحالة على أنه برج مراقبة عال جدا ويستطيع أن يكشف مساحة واسعة جدا من سطح الكرة الأرضية والغلاف الجوي الذي يغطيها، وهو لذلك يستطيع أن يعطي معلومات دقيقة تماما عن بعض الظواهر الجوية مثل التكوينات السحابية وحركتها.

ويتم استخدام الأقمار الصناعية في الرصد الجوي، إما عن طريق أقمار في مدارات قطبية[1]، وتستطيع هذه الأقمار التي تدور حول الأرض في فترات معينة رصد وتصوير الظواهر الجوية التي تقع تحت مسارها، أو عن طريق أقمار ساكنة أو ثابتة جغرافيا[2] فوق منطقة معينة مثل المحيط الهندي مثلا لمتابعة الظواهر الجوية التي تحدث في منطقتها.

أقمار تايروس وكوزموس

كان أول قمر استخدم في الرصد الجوي هو القمر الصناعي المستكشف-

7 (7-Explorer) الذي أطلقته الولايات المتحدة في عام 1959، وكان يحمل أول تجربة لقياس التغيرات في الجو. وتبع ذلك سلسلة أقمار تايروس TIROS، وكان القمر تايروس-1 الذي أطلق في 1 أبريل 1960 هو القمر الصناعي الأول الذي سجل بالصور وبالأشعة تحت الحمراء[3] تكوين السحب في الطبقات المنخفضة من الغلاف الجوي. وقد أطلق من هذه المجموعة عشرة أقمار بين 1960-1963 وضعت في مدار شبه قطبي على ارتفاع 900كم، وكانت الفترة المدارية التي يتم فيها القمر دورته حول الأرض نحو 100 دقيقة. وأثبتت هذه المجموعة فعالية استخدام الأقمار الصناعية لرصد ومراقبة الأحوال الجوية.

وشمل البرنامج الثاني للأرصاد الجوية باستخدام الأقمار الصناعية إطلاق تسعة أقمار على ارتفاع 1600كليومتر في الفترة من 1966-1969. وفي عام 1970 أطلق أول قمر من طراز تايروس المحسن والذي سمي «أيتوس ITOS» لالتقاط صور مرئية وحرارية لتجمعات السحب بدقة تبلغ كيلومترا واحدا. وتعتبر هذه الدقة كافية لتمييز تكوينات السحب المهمة العالية منها والمنخفضة.

وفي الفترة نفسها تقريبا أطلق الاتحاد السوفييتي سلسلة أقمار كوزموس، والتي كانت تخدم أغراضا مختلفة عسكرية ومدنية، ومنها الأرصاد الجوية، ومن هذه السلسلة يكوّن القمران كوزموس-144 وكوزموس-156 أساس نظام أرصاد جوية يسمى «متيور»

سلسلة أقمار نيمبوس Nimbus الأمريكية

في 1964 أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» أول قمر من سلسلة سميث «نيمبوس Nimbus» وخصصت لاختبار التكنولوجيات الجديدة، وحملت هذه المجموعة سلسلة من الأجهزة المتطورة، فخصص القمر الأول منها للتصوير المرئي والحراري وحمل القمر نيمبوس-4 في أبريل 1970 أول أجهزة لقياس التدرج الحراري الرأسي.

وفي ديسمبر 1972 حمل نيمبوس-5 كاميرات ميكروموجية قادرة على الرؤية خلال السحب. أما الأجهزة التي حملها نيمبوس-6 فهي التي تحملها الأقمار الصناعية منذ 1978 للقياسات الحرارية والميكروموجية وتستخدمها

الوكالة القومية الأمريكية للمحيطات والجو NOAA وهي الهيئة المنوط بها متابعة بحوث الأرصاد الجوية في أمريكا. والجيل الثالث من أقمار «إيسا ESSA» وأمكن اختزان الصور فيها على شرائط مغناطيسية لتذاع على محطات المتابعة في عدة بلاد حسب الطلب. وقد أطلق منها ثمانية أقمار واشتركت مصر والكويت في استقبال صور القمر «إيسا-8» لتطعيم النشرات الجوية لرفع مستوى دقتها.

كيف يتم استخدام الأقمار الصناعية في الأرصاد الجوية؟

إن مفاتيح النماذج الرياضية لحركة الجو هي توزيع الضغط ودرجات الحرارة وسمك وكثافة الطبقات الجوية. ويمكن حساب حركة الرياح عن طريق غير مباشر برصد حركة السحب من أقمار ساكنة، ويمكن لهذا الغرض تمثيل القمر الصناعي براصد على ارتفاع كبير جدا من الأرض مزود بتلسكوبات ذات قدرة عالية في كل من النطاقين المرئي والحراري، ويسجل هذا الراصد حركة السحب قريبا من سطح الأرض وتدرج درجات الحرارة داخل طبقات السحب.

ويشبه رصد حركة السحب رصد التفاصيل المرئية على سطح الأرض، فالسحاب يمكن رؤيته وتصويره بوضوح، وتستنتج حركة السحب من تغير مواقعها مع الزمن، ومنهايمكن تحديد سرعة الرياح. ولذلك فالتكنولوجيات المستعملة هنا تكنولوجيا مألوفة وليس فيها جديد غير التقنيات المستحدثة للرصد المرئي من ارتفاعات كبيرة.

وتستطيع الأقمار تحديد سمك طبقات الغلاف الجوي أيضا، ويفيد ذلك في تحديد مناطق الضغط العالي والمنخفض وتيارات الهواء وتوزيع درجات الحرارة، ويتم ذلك عن طريق قياس مايسمى بالتدرج الحراري الرأسي.

وحيث إننا لا نستطيع بطبيعة الحال أن نضع ترمومترات عند كل كيلومتر من ارتفاع الغلاف الجوي، فلابد لنا أن نبحث عن طريقة أخرى لقياس درجات حرارة الطبقات المتتالية من الغلاف الجوي.

إن قياس درجات الحرارة بوساطة الترمومترات هو استخدام لظاهرة التوصيل، لكن قياس درجات الحرارة بوساطة الأقمار الصناعية يتم عن

طريق قياس الإشعاع الحراري، ويتم ذلك لأن الغلاف الجوي بينما تنفذ خلاله أشعة الضوء فإنه يمتص الأشعة الأخرى من فوق البنفسجية إلى أشعة جاما بدرجات متفاوتة. وامتصاص الأشعة تحت الحمراء بوساطة مكونات الغلاف الجوي المختلفة يجعل قياس التدرج الحراري ممكنا.

إن الأشعة تحت الحمراء التي تخرج من أعلى الغلاف الجوي ليتم قياسها بوساطة القمر الصناعي هي أشعة خرجت بعد أن تم امتصاص بعضها، وهي لذلك تحتوي على معلومات عن مقدار الامتصاص الذي تم بكل الطبقات واحدة بعد الأخرى والذي يعتمد على درجة الحرارية فقط. وبذلك فبقياس درجات الإشعاع الحراري على ارتفاعات مختلفة يمكن حساب درجات الحرارة عند هذه الارتفاعات. وبدمج نتائج التدرج الحراري مع قياسات الضغط عند ارتفاعات مختلفة يمكن حساب كثافة طبقات الغلاف الجوي في منطقة معينة من الكرة الأرضية.

ويتم إدخال المعلومات الخاصة بكثافة طبقات الغلاف الجوي مع معلومات حركة الرياح وغيرها من المعلومات في النماذج الرياضية الحاسوبية الكبيرة التي سبق الحديث عنها والتي تستطيع -بناء على هذه المعلومات- إعطاء معلومات وتنبؤات أكثر دقة عن حالة الجو لمدى أطول.

لقد تحسنت الأرصاد الجوية باستخدام الأقمار الصناعية كثيرا. وإذا كانت الصورة التي رسمناها في الفقرات السابقة تبدو مجردة ورياضية بعض الشيء، فإن هناك صورة أخرى تجسد أهمية الأقمار الصناعية بشكل ملموس، وهذه هي صورة العواصف الرملية في شمال أفريقيا وفي صحراء العرب مثل أعاصير المحيطين الأطلنطي والباسفيكي على سواحل الولايات المتحدة واليابان، وفي بحر الشمال تأخذ كلها صورة مرئية واضحة وتتحرك حركة ملحوظة يمكن رصدها من الأ قمار، بل يمكن تحديد عين الإعصار ورؤية اتجاه دورانه من الصور الملتقطة من هذه الأقمار.

أقمار الأرصاد الجوية

أحست دول كثيرة بالفائدة المباشرة التي تعود عليها من أقمار الأرصاد الجوية فأطلقت عدة دول -ومنها دول نامية- أقمارها الخاصة بالأرصاد. ومن هذه الدول اليابان وأوروبا والهند. وهذه الأقمار أقمار ساكنة ويغطي

كل منها منطقة معينة، ولذلك تستفيد منها مباشرة دولة معينة أو مجموعة من الدول تكون هي عادة التي ستتولى إطلاق القمر الصناعي وتحمل نفقاته. وتغطي هذه الأقمار في مجملها الكرة الأرضية كلها، وتنقسم إلى مجموعتين متكاملتين.

المجموعة الأولى في مدار ثابت جغرافيا عند خط الاستواء وتتكون من خمسة أقمار وهي موزعة على النحو التالي[4]:

1- GOES الشرقي والغربي أقمار أطلقتها الولايات المتحدة في مدار ثابت جغرافيا Geostationary Orbit في مستوى خط الاستواء وتغطي أمريكا الشمالية والجنوبية والمحيط الهادي الغربي، وقد أطلق من مجموعة GOES سبعة أقمار في الفترة من 1975 إلى 1987.

3- متيوسات METEOSAT أقمار أوروبية في المدار نفسه بدأ إطلاقها عام 1977 وتغطي أوروبا وأفريقيا والشرق الأوسط، وقد أطلق من مجموعة METEOSAT خمسة أقمار في الفترة من 1977 إلى 1981. وتتعدد الإطلاقات في حالة تعطل بعض وظائف القمر أو لاستبداله بعد انتهاء عمره الافتراضي.

4- INSAT قمر هندي في مدار ثابت حول خط الاستواء (المدار السابق نفسه) ويغطي شبه القارة الهندية والمحيط الهندي وجزءا من آسيا، وقد أطلق من هذه المجموعة من الأقمار INSAT 1A, 1B, 1C في الفترة من 1982 إلى 1988 ثم INSAT2 في 1990.

5- سلسلة أقمار GMS اليابانية أطلق منها GMS1 وGMS2 وGMS3 في الفترة من 1977 إلى 1984 وتغطي المحيط الهادي الغربي وأستراليا.

المجموعة الثانية في مدار قطبي عمودي على المدار الاستوائي الثابت وتتكون من الأقمار الآتية:

1- بتروس TIROS أمريكي على ارتفاع 800 كم، وقد أطلق منه عشرة أقمار.

2- NOAA قمران أمريكيان على الارتفاع نفسه تقريبا ويعطيان بيانات جوية لكل الكرة الأرضية كل ست ساعات.

3- ميتور METERO روسي على ارتفاع 800كم تقريبا في مدار قطبي، وقد أطلق من METEOSAT1 ثلاثون قمرا في الفترة من 1969 إلى 1978. وتلاه برنامج METERO II و METERO III.

التعاون الدولي في مجال الأرصاد الجوية

بطبيعة الحال فإن الظواهر الجوية ظواهر متعدية للحدود الوطنية للدول، ولذلك فإن التعاون الدولي فيها أمر مطلوب وطبيعي وفي أحيان كثيرة ضروري. ويرجع التعاون الدولي في الأرصاد الجوية إلى ما قبل الأقمار الصناعية، ولذلك ليس من الغريب أن يستمر بنجاح في عهد الأقمار الصناعية ومن ناحية أخرى فإن الأقمار الصناعية عالية التكلفة وتغطي مساحات تفوق بكثير حدود دولة معينة ولذلك ليس هناك معنى لتحمل دولة واحدة نفقات قمر صناعي.

بدأ التعاون في مجال الأرصاد الجوية مبكرا بالمقارنة بكثير من صور التعاون الدولي الأخرى بسبب علاقة الأرصاد الجوية بالحركة البحرية التجارية، ففي عام 1853 عقد اجتماع للدول المطلة على البحار لتطوير نظام لمراقبة الطقس فوق المحيطات، وفي الوقت نفسه بدأت البلدان البحرية المختلفة بالاهتمام بتأسيس وحدات قومية لخدمات الأرصاد الجوية[5].

ولتنسيق برامج الأرصاد الجوية عالميا أنشئت في عام 1873 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية World Meteorological Organization WMO ومقرها جنيف، وتختص بالبرامج الخاصة بجمع ومعالجة المعلومات المتعلقة بالأرصاد الجوية على مستوى العالم، وهناك في الوقت نفسه برامج ثنائية وإقليمية متعلقة بالأرصاد الجوية.

واستفادت خدمات الأرصاد الجوية من التقدم العلمي الذي حدث في القرن الأخير حيث بدأ تطوير وسائل جديدة لمراقبة تطورات الغلاف الجوي، واستخدمت البالونات والمناطيد والطائرات في الحصول على معلومات عن طبقات الجو المختلفة، وفي الوقت نفسه أنشى* نظام عالمي متكامل من المحطات الأرضية والسفن البحرية لمراقبة الجو وتبادل المعلومات عنه بشكل منتظم.

وفي عام 1963 قامت المنظمة بإنشاء نظام مراقبة للجو على مستوى العالم يسمى World Weather Watch وتساهم فيه جميع دول العالم. وتوجد اليوم نحو 900 محطة مراقبة أرضية ونحو 7 آلاف سفينة مراقبة تطوعية وتغطي مراقبتها جميع المحيطات بالإضافة إلى تقارير الطائرات التجارية والتي ترسل في الوقت الحاضر نحو 10 آلاف تقرير في اليوم الواحد[6].

وبدخول الأقمار الصناعية أضيف عنصر جديد وتقنيات جديدة إلى وسائل مراقبة الجو، ودخل هذا العنصر بإمكاناته الكبيرة في شبكة الأرصاد الجوية العالمية. من ناحية أخرى هناك منظمات إقليمية للتعاون في استخدام الأقمار الصناعية في الأرصاد الجوية في مناطق معينة مثل أوروبا وشرق آسيا. ومن المنظمات الإقليمية المختصة باستخدام الأقمار الصناعية في الأرصاد الجوية منظمة Eumetsat التي أنشئت في 24 مايو 1983 بهدف إنشاء وتشغيل شبكة من أقمار الأرصاد مبنية على شبكة أقمار «متيوسات» الأوروبية.

ويوجد تعاون بين المنظمات الإقليمية المختلفة. فمثلا حدث في عام 1989 عطل في أحد الأقمار التي تغطي الولايات المتحدة، وجرى على أثر ذلك اتفاق مع وكالة الفضاء الأوروبية على تحريك قمر Eumetsat إلى خط طول 75 درجة غربا لتغطية السواحل الشرقية والغربية للولايات المتحدة.

وعلى الجملة يمكن القول إن الأقمار الصناعية برؤيتها الشاملة من أعلى أصبحت الآن جزءا رئيسيا من نظام الأرصاد الجوية العالمي، مكملة بذلك سلسلة من التطورات التقنية التي تمكن الإنسان من السيطرة على المناخ والتعامل معه وتجنب كوارثه وأخطاره.

هوامش ومراجع
(الباب الحادي عشر)

(1) المدار القطبي مدار عمودي على خط الاستواء، ويمكن تمثيله بحلقة حول الكرة الأرضية تشبه تلك التي تستعمل في النماذج التعليمية للكرة الأرضية، وتدور الكرة الأرضية كلها تحت هذه الحلقة من الغرب إلى الشرق بينما يدور القمر الصناعي نفسه في هذه الحلقة من الجنوب إلى الشمال، وبذلك يغطي القمر الصناعي كل نقط الكرة الأرضية التي تمر تحته في لحظة ما على عكس المدار الاستوائي الثابت الذي يغطي نقطة واحدة طوال الوقت. وليس هناك ارتفاع معين للمدار القطبي، بل يختلف حسب الاستخدام.

(2) الأقمار الساكنة أو الثابتة جغرافيا Geostationary Satellites هي أقمار تطلق إلى مدار على ارتفاع 36 ألف كيلو متر عند هذا المدار تستغرق دورة القمر الصناعي الوقت نفسه الذي تستغرقه الأرض في الدوران حول نفسها. وبذلك يبدو القمر ظاهريا وكأنه ساكن فوق بقعة معينة من سطح الأرض، وتستخدم في أغراض الأرصاد الجوية والاتصالات والبث التليفزيوني - راجع الباب الأول.

(3) الأشعة تحت الحمراء هي إشعاع كهرومغناطيسي له طول موجة يتراوح بين 0,00075 ميلليمتر إلى ميلليمتر واحد. وتحتل الأشعة الحمراء ذلك الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي يقل تردده عن تردد الضوء المرئي (ومن هنا جاءت التسمية «تحت الحمراء») ويزيد على تردد الراديو. ومن المعروف أن ألوان الطيف المرئي تزيد في طولها وتقل في ترددها من الأشعة البنفسجية إلى الأشعة الحمراء، وتستخدم الأشعة تحت الحمراء في قياس درجات الحرارة.

(4) المصدر: The Cambridge Encyclopedia of Space, Cambridge University Press, 1990

(5) «مراقبة الطقس والمناخ» -إعداد منذر سليمان- مجلة القوات الجوية، دولة الإمارات العربية المتحدة، العدد 58، مارس 1994.

(6) المرجع السابق.

الباب الثاني عشر
الملاحة باستخدام
الأقمار الصناعية

«إن نظام تحديد المواقع بوساطة الأقمار الصناعية لهو أهم تطور لتحقيق الملاحة الكفؤة والآمنة ورصد المركبات الجوية والفضائية منذ إدخال الملاحة بالراديو قبل خمسين عاما»

الجمعية القومية الأمريكية للطيران في احتفال
منح جائزة التميز لمصممي نظام تحديد المواقع
بالأقمار الصناعية في 10 فبراير 1993[1]

الملاحة هي معرفة موقع ومسار المسافر في البر والبحر في غياب الملامح والتضاريس الأرضية المميزة. وفي البر يملك البدو قدرة خارقة على حفظ التضاريس البسيطة وتمييز كثبان الرمال والاهتداء بالنجوم. يقول القرآن الكريم:

﴿**وعلامات، وبالنجم هم يهتدون**﴾ (النحل-16).

أما في البحر فكان أجدادنا يملكون خرائط بدائية ووسائل بسيطة للملاحة، وكانوا يسيرون بمحاذاة الشواطىء ويستطيعون تحديد خط العرض بشكل تقريبي عن طريق مراقبة الليل والنهار، ومكان مجموعات النجوم بالنسبة للأفق. والملاحة أحد أقدم العلوم في العالم على الإطلاق، وقد كانت الأجسام السماوية لآلاف السنين هي الوسيلة لتحديد المواقيت والمواقع:

﴿**يسألونك عن الأهلة قل هي مواقيت للناس والحج**﴾ (البقرة-189).

فضل العرب على الملاحة والجغرافيا

وقد كان للعرب والمسلمين سبق غير منكر في وضع أسس هذه العلوم، ويحتفظ لنا التاريخ والتراث العربي بكثير من قصص الملاحين والبحارة وقصة السندباد البحري في ألف ليلة وليلة تعد من عيون الأدب العالمي، ومن الملاحين العرب الكبار نجد ابن ماجد وهو الملاح الذي قاد فاسكودي جاما في رحلته عبر رأس الرجاء الصالح، كما يعتقد أن الذي قاد سفن كريستوفر كولمبس إلى العالم الجديد كان ملاحا عربيا. ولا يستغرب هذا فقد خرج كريستوفر كولمبوس في 1492 من إسبانيا بتشجيع من فرديناند وإيزابلا عشية سقوط الأندلس احتفالا بهذا النصر. وكانت العلوم ومنها علوم الملاحة حتى ذلك الحين كلها عند العرب. وقد حكى عالم الجغرافيا

العربي الكبير الإدريسي أنه في القرن الرابع «خرج جماعة من لشبونة كلهم أبناء عم، وأنشأوا مركبا وتزودوا فيه، ثم ركبوا بحر الظلمات واقتحموه ليعرفوا مافيه من الأخبار والعجائب وليعرفوا إلى أين انتهاؤه..»[2]. وبحر الظلمات كما نعلم هو المحيط الأطلنطي، ولم يكن هؤلاء الملاحون ليركبوا متن مثل هذا المحيط دون تمكن من علوم الملاحة والفلك.

وهكذا كان العرب في الواقع هم الذين قادوا العالم خلال الاكتشافات الجغرافية الكبرى، ولعل هذا فصل من التاريخ لم يكتب على حقيقته بعد. أما الإدريسي نفسه فكان أعظم علماء الجغرافيا في عصره ومن أبقى العلماء أثرا في تاريخ العالم، وليس هذا كلاما مرسلا من عندنا، ولكنه شهادة دائرة المعارف الفرنسية التي تقول:

«إن كتاب الإدريسي في الجغرافيا هو أعظم وثيقة علمية جغرافية في القرون الوسطى..»[3].

ونحن نسوق هذ ه الأمثلة في مجال حديثنا عن إنجازات العصر في عالم الفضاء ليعلم شبابنا أن أمتنا غير منقطعة الصلة بإنجازات العلم وإسهامه في تقدم البشرية ككل، ومن هنا فإن لنا الحق كل الحق في الأخذ من نتائجه بجانب دون إحساس بالصغار أو التطفل على الغرب، وعلينا في الوقت نفسه فريضة الإسهام في حاضر البشرية ومستقبلها ووصل ما انقطع من حضارة مجيدة بحق.

ولعل الفقرة التالية التي جاءت في كتاب غربي منصف تعبر أكثر من أي شيء عن إسهامنا الحضاري، وقد وردت في كتاب «عندما تغير العالم» للكاتب الإنجليزي جيمس بيرك[4]:

«استمر تدفق طلاب العلم على إسبانيا في طوفان منتظم، فاستقر بعضهم هناك وتفرغ آخرون لترجمة النصوص التي كانوا يبحثون عنها ثم عادوا مرة أخرى إلى بلادهم في الشمال، غير أن الجميع قد أصابه الذهول من تلك الحضارة التي وجدوها في الأندلس، فقد وجدوا في إسبانيا مجتمعا ثقافيا على درجة عالية جدا من التفوق بالمقارنة مع مستوى المجتمع الثقافي في بلادهم، مما ترك لديهم إحساسا بالغيرة من الثقافة العربية التي ظلت تؤثر في الفكر الغربي مئات السنين.

وكان من أوائل المثقفين الذين وصلوا إلى إسبانيا وعاد حاملا مكتشفاته

رجل إنجليزي يدعى أديلارد يتركز اهتمامه بالدرجة الأولى على علم الفلك. ويرجع الفضل إلى أديلارد في أنه أول من قدم منهج التفكير الجديد في المؤلفات العربية وقام بتفسيره، وهو المنهج الذي تأثر به الأوروبيون المعاصرون تأثرا عظيما. قدم أديلارد هذا المنهج في كتابين استخدم فيهما أسلوب الحوار، حيث تصور أنه يدير حوارا مع ابن أخيه الشاب الصغير الذي لم يسافر قط خارج البلاد ويريد أن يعرف ماذا تعلم عمه من العرب. وأوضح أديلارد في الكتابين كيف تعلم المذهب العقلي، والمدخل العلماني البحثي للعلوم الطبيعية. ومن بين المقولات التي لها دلالتها وجاءت في هذين الكتابين قوله: كلما اتجهت أكثر إلى الجنوب، اكتشفت أنهم يعرفون المزيد من العلم.إنهم يعرفون كيف يفكرون...».

الملاحة القصورية Inertial navigation:

ونعود الآن إلى موضوع الملاحة فنقول إن على الأرض أو في البحر تعرف بالنسبة لمواقع النجوم البعيدة، ومع تطور وسائل السفر بالجو أضيف إلى علوم الملاحة معرفة الموقع في الجو. ويمكن إدراك أهمية الملاحة في الجو بتصور رحلة تشارلز ليندنبرج رائد الطيران الأمريكي الذي كان أول من قطع الأطلنطي طائرا دون توقف. ولنا أن نتصور أن أي خطأ في الملاحة كان يمكن أن يؤدي إلى إطالة زمن الرحلة التي استمرت 36 ساعة لم يذق فيها ليندنبرج طعم النوم إلا لماما، أو لما هو أسوأ وهو أن ينفد الوقود في عرض المحيط.

وعندما يصعب رصد النجوم لظروف المطر أو العواصف فإن الراصد يعتمد على أسلوب يعرف بتقدير الموضع dead reckoning والتي تعتمد على معرفته بموقع بداية رحلته وبحسابه الدقيق للسرعة والتغيرات المتتابعة في الاتجاه يمكنه معرفة أين ينتهي.

وهناك أجهزة عديدة للمساعدة على تقدير الوضع وأهمها أجهزة الملاحة القصورية inertial navigation، وتعتمد هذه على مجموعة من المعجلات accelerometers (أجهزة قياس تغير السرعة) والجيروسكوبات gyroscops (أجهزة لقياس التغير في الاتجاه) والتي تؤدي في النهاية إلى حساب الموقع. ومازالت هذه الأجهزة تستخدم في أغراض الملاحة والتوجيه للسفن

والغواصات والصواريخ العابرة للقارات. وتعتبر مكملة للملاحة بالراديو أو بالأقمار الصناعية، غير أن هذه الأجهزة القصورية -وكل أجهزة تقدير الموضع- تعاني تراكم الأخطاء والانحرافات الدقيقة مع مرور الزمن. ولذلك فإن جزءا كبيرا من الجهود البحثية في مجال التوجيه والتحكم كان يوجه في الفترة الماضية إلى تحسين دقة أجهزة الملاحة والتوجيه القصورية تلك.

وعند استخدامها لتوجيه الصواريخ أو الطائرات في طلعات قصيرة، فإن هذه الأجهزة تؤدي وظيفتها بكفاءة نظرا لقصر مدة طيران الصواريخ القذفية (الباليستية)[5] والتي قد تكون في حدود بضع دقائق، ولذلك يمكن توجيهها من لحظة الإطلاق إلى لحظة إصابة هدفها باستخدام أجهزة قصورية عالية الدقة. أما في حالة الغواصات والطائرات الإستراتيجية، وهي التي تقضي في الجو أو البحر مددا طويلة، فإن الاعتماد الكامل على الملاحة القصورية يعرضها لأخطاء كبيرة، ولذلك فلابد من ضبط أجهزة الملاحة فيها على نقاط مرجعية يتم الاتصال بها بين حين وآخر، مما قد يعرض الغواصات مثلا إلى خطر الكشف عن مكانها.

الملاحة بالراديو

وفي العصر الحالي حتى الستينيات وبعد التقدم الكبير الذي حققته علوم الراديو واللاسلكي خلال الحرب العالمية الثانية فإن إشارات الراديو كانت الوسيلة الرئيسية للملاحة. وتقوم فكرة تحديد الموقع بالراديو على المبدأ التالي:

إذا وضعنا جهازين للإرسال في مكانين محددين بدقة عالية، وتم إرسال إشارات من كل منهما في الوقت نفسه فإن راصدا يقف بينهما يستطيع بمعرفة فارق الزمن في توقيت وصول الإشارة إليه أن يحدد موضعه هو.

هذا هو المبدأ الرئيسي الذي تقوم عليه الملاحة بالراديو. وتعتمد الملاحة بالراديو على تلقي إشارات لاسلكية مذاعة من عدة أجهزة إرسال في محطات ثابتة ومعروفة واستخدام علوم الهندسة وحساب المثلثات لحساب الموقع. ويعرف نظام الملاحة بالراديو باسم «لوران» Long Range Navigation أو نظام الملاحة طويل المدى، وقد بدأ استخدامه في المحيط الأطلنطي خلال الحرب العالمية الثانية لتحسين دقة الإصابة بالقاذفات، وكان يغطي

دائرة يبلغ نصف قطرها نحو 1200 كيلومتر بدقة نحو 5, 1كم. وقد طبق من هذا النظام نوع يسمى لوران-سي للملاحة الجوية خلال حرب فيتنام، وكانت دقته في حدود 100 متر[6].

الملاحة بالأقمار الصناعية

كانت بداية الملاحة بالأقمار الصناعية في مستهل عصر الفضاء، عندما تمكن علماء معمل الفيزياء التطبيقية بجامعة جونز هوبكنز الأمريكية من تحديد مسار القمر الصناعي بدقة عالية عن طريق قياس التغير في ترددات الإشارة الواصلة منه إلى الأرض، وهو التأثير المعروف باسم «تأثير دوبلر».

ويظهر هذا التأثير عندما نقف بالقرب من شريط قطار يطلق صفارته. فعندما يكون القطار مقبلا علينا نسمع صفارة حادة (ذات تردد عال)، وعندما يبتعد القطار عنا يتغير صوت الصفارة إلى صفارة غليظة ذات تردد منخفض. ومن الواضح أننا حتى لو أغمضنا أعيننا فسوف يمكننا معرفة ما إذا كان القطار متجها إلينا أو مبتعدا عنا، وإذا توافرت لدينا أجهزة لقياس التردد بدقة فمن السهل أن نتصور أنه بقياس التغير في تردد صفارة القطار يمكن حساب سرعته.

والأمر كذلك في تحديد مسار القمر الصناعي، غير أن المسألة تصبح أعقد قليلا حيث إنه نظرا لتغير مسار القمر وسرعته فإن تحديد المسار يحتاج إلى قياسات عديدة في مواقع مختلفة. أما إذا عكسنا المسألة وأردنا استخدام الأقمار الصناعية لتحديد موقع الراصد فإن الأمور تسير بطريقة عكسية، أي أنه إذا كانت لدينا قياسات دقيقة للإشارات مع معرفة بمسار القمر فيمكن عن طريق حسابات معينة معرفة موقعنا نحن، وهذا هو أساس نظم الملاحة باستخدام الأقمار الصناعية.

نظام الملاحة «ترانزيت Transit»

وفي أواخر الخمسينيات وأوائل الستينيات ظهرت الغواصات النووية[7]، وازدادت أهميتها مع تصاعد تهديدات الحرب الباردة، وكان أهم متطلب لهذه الغواصات التي تستعمل عادة أجهزة ملاحة قصورية الاختفاء لمدد طويلة تصل إلى شهور عديدة مع الاستعداد الكامل للأداء العسكري في أي

وقت. ونظرا لطول المدة التي تقضيها هذه الغواصات تحت سطح الماء فإن أجهزة الملاحة القصورية بها تعاني تراكم التفاوتات والأخطاء مع طول الوقت، ولذلك تحتاج إلى إعادة ضبط. ولضبط أجهزة الملاحة لهذه الغواصات فإما أن تطفو هذه الغواصات إلى حيث تتصل بنقط مراجعة لضبط الأجهزة مما يعرضها لخطر الاكتشاف، أو أن تتحمل هذه الأخطاء خلال فترات قصيرة وما ينتج عنها من حيدة في المسار.

وفي ذلك الوقت كانت الأقمار الصناعية قد ظهرت وظهر معها على الفور للعلماء والمخططين الإستراتيجيين والعسكريين الإمكانات الهائلة لهذه التكنولوجيا الجديدة، ومن هنا ظهر أول برنامج للملاحة بالأقمار الصناعية المسمى «ترانزيت»[8].

ويعتمد نظام «ترانزيت» على تلقي عدة إشارات متتالية من قمر صناعي خلال مروره بمجال رؤية الراصد، وبحساب «تأثير دوبلر» ومعرفة مسار القمر يمكن تحديد موقع الراصد بطريقة تشبه فكرة صفارة القطار. ويحتاج برنامج ترانزيت إلى عدة أقمار تدور حول الأرض حتى يمكن أن يكون هناك واحد منها في مجال الرؤية دائما. وقد أطلق أول قمر صناعي في نظام ترانزيت سنة 1959 وبدأ تشغيل النظام عام 1968. وبحلول عام 1990 أصبح النظام يتضمن سبعة أقمار صناعية عاملة وستة أقمار صناعية احتياطية مخزنة في المدار، وتبلغ دقة النظام من 50 ـ 200 متر، وبذلك كان صالحا للغواصات إلا أنه لم يكن دقيقا بشكل كاف للطائرات والصواريخ وبدءا من القمر الرابع، كانت على كل قمر وحدة نووية لتوليد الطاقة اللازمة لتشغيل أجهزته.

وتشغل الولايات المتحدة نظام «ترانزيت» من ثلاث محطات في ولايات مين ومينسوتا وهاواي، وهي بذلك تملك بطبيعة الحال التحكم الكامل فيه غير أنها أتاحته للاستخدامات المدنية في المساحة والصيد وأعمال البترول في عرض البحر، وسيظل نظام ترانزيت عاملا حتى يتم استبداله تماما بنظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System GPS.

وتثير قضية تحكم دولة ما في نظام عالمي قلقا مفهوما في أوساط المستفيدين من هذه الخدمة، وسوف تثار هذه المشكلة بشكل أكبر مع نظام تحديد المواقع العالمي GPS والذي تتبناه منظمة الطيران المدني الدولية

ليكون أساس نظام الملاحة والمراقبة الجوية للطيران المدني العالمي في الحقبة القادمة. لكن انفراد دولة ما بالتحكم في نظام تكنولوجي يعتمد عليه العالم ليس إلا نتيجة طبيعية لانفراد هذه الدولة بالإنفاق على البحوث والتطوير ومساهمة علمائها ومعاهدها البحثية فيهما. ولذلك فلابد، إذا كان العرب لا يريدون أن يستبعدوا كلية من مائدة تكنولوجيات القرن الحادي والعشرين، أنا يبادروا إلى المشاركة والدخول في اتفاقيات تقنية وعلمية مشتركة -كما تفعل إسرائيل- والمساهمة في نفقات تطوير هذه التقنيات بدلا من أن يتحملوا في النهاية كمستهلكين ثمنها الكامل بالإضافة إلى أرباحها الباهظة.

ومن الواجب الإشارة إلى أن المناخ السائد في العالم حاليا يسمح بذلك، بل ويشجعه، نظر ا لارتفاع تكلفة التكنولوجيا والبحث العلمي واحتياج الدول المتقدمة إلى شركاء في عمليات التطوير، وانخفاض مستوى التوتر الدولي نتيجة انتهاء الحرب الباردة. ويسود هذا النمط حاليا في عدد كبير من المشروعات العلمية والصناعية مثل محطات الفضاء و مركبات الإطلاق وحتى مشروعات طائرات الركاب العملاقة، وقد يمثل هذا الأسلوب - أسلوب المشاركة العلمية والتمويلية في الأطوار الأولى من المشروعات العلمية والتكنولوجية العملاقة- حلا معقولا لمشكلات التخلف العلمي الذي ترسخ فيه بلاد شرقنا كله والتي تؤدي إلى عزلها عن ثمار التقنيات والعلوم الحديثة وفي النهاية عزلها عن اتخاذ قرارات قد تحدد مصيرها نفسه.

نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System GPS

يعد هذا النظام من أكثر تطبيقات الأقمار الصناعية بل من أكثر المشروعات العلمية والهندسية طموحا. ويعتمد على إطلاق شبكة من أربعة وعشرين قمرا صناعيا تطوف حول الأرض في ستة مدارات مرة كل 12 ساعة على ارتفاع 20200 كيلو متر بحيث تغطي فيما بينها رقعة كوكب الأرض بكاملها.

ولتحديد الموقع باستخدام هذا النظام فإن الراصد يتلقى أربع إشارات من أربعة أقمار صناعية ترسل جميعها إشارات متزامنة، وبقياس وقت وصول الإشارات الأربع يستطيع جهاز الحاسب المتصل بالراصد حساب

الموقع في ثلاثة أبعاد (خط الطول وخط العرض والارتفاع)[9]، وتصل الدقة في تحديد المواقع بوساطة نظام GPS إلى 10-20 مترا.

والنظام بهذه الصورة يسمح بتحديد الموقع في ثلاثة أبعاد، أي أنه يصلح للطائرات والصواريخ كما أنه نظام «صامت» بمعنى أن الراصد لا يصدر إشارات تكشف عن وجوده وهو في الواقع أقرب مايكون إلى نظام محسن للملاحة بالنجوم الثابتة.

وقد بلغت تكلفة نظام GPS عشرة بلايين دولار، وهو إنفاق ضخم لا تبرره إلا الاحتياجات العسكرية لدولة كبرى مثل الولايات المتحدة. ولذلك لا يجب أن يداخلنا شك هنا في أن هذا النظام عسكري المنشأ والتطوير والتمويل، بل إن مصممي النظام في سعيهم إلى حجب القيمة العسكرية له عن المنافسين أدخلوا في الإشارات التي يطلقها القمر الصناعي إشارات متعمدة تقلل من تحديد المواقع إلا باستخدام شفرة خاصة لا تتاح للاستخدام العام. وبينما تتراوح الدقة في تحديد الموقع باستخدام الشفرة العسكرية من 10-20 مترا فإن هذه الدقة تتضاءل في الاستخدام العام إلى 100 متر.

وكان أبرز استخدام عسكري لهذا النظام هو حرب الخليج عام 1991، وإليه يرجع جزء كبير من الإبهار التقني الذي شهده العالم في تلك الحرب. وكان الاستخدام الحاسم الآخر هو في حرب النجوم[10]، والذي كان يعد عنصرا أساسيا من مكوناتها وتمتلك روسيا نظاما مماثلا لتحديد المواقع يسمى GLONASS ويحقق الأهداف نفسها تقريبا مع اختلاف في التفاصيل الفنية.

استخدام نظم الملاحة بالأقمار الصناعية في الطيران المدني

رغم المنشأ العسكري القاطع لنظام GPS فإن هذا النظام وجد -بعد أن خرج إلى النور- آفاقا لا تحد للتطبيق المدني والتجاري. وقد شجعت الحكومة الأمريكية هذا الاتجاه بهدف استعادة جزء من تكلفة الإنفاق على هذا البرنامج الفضائي الضخم. ويعتبر أهم التطبيقات المدنية للنظام حاليا استخدامه كنظام موحد للملاحة الجوية للطيران المدني.

وقد بدأت فكرة وضع نظام جديد للملاحة الجوية في منتصف الستينيات على أساس استخدام تكنولوجيا الأقمار الصناعية، ثم تبنت المنظمة الدولية

للطيران المدني «International Civil Aviation Organization ICAO» هذه الأفكار ودعت لعقد لجنة فنية دولية لتبادل الرأي حول تكنولوجيا الفضاء، ونوقشت منجزاتها في اجتماع مؤتمر الملاحة الجوية السابع عام 1968[11]. وخلال سلسلة من الاجتماعات والمؤتمرات استمرت من 1968 إلى 1988 تم وضع الخطوط العامة للنظام الجديد الذي يعتمد على الأقمار الصناعية وتحددت متطلباته.

وحصل تطبيق نظام GPS على دفة قوية إثر إسقاط الطائرة الكورية في الرحلة رقم 7 في 23 مايو 1983، وما أعلن من أن الحادث كان نتيجة خطأ تسبب في خروج الطائرة عن مسارها المحدد وطيرانها -دون أن تعلم- فوق مناطق محظورة بالاتحاد السوفييتي، مما حدا بالرئيس الأمريكي ريجان أن يعلن أن الولايات المتحدة ستتيح للعالم استخدام نظامها الخاص بالملاحة الجوية وتحديد المواقع GPS.

وفي عام 1991 عرضت الولايات المتحدة على منظمة ICAO أن تستخدم هذا النظام لمدة عشر سنوات دون مقابل. وفي أعقاب العرض الأمريكي قدمت روسيا عرضا مماثلا للمجتمع الدولي باستخدام نظامها المسمى «جلوناس GLONASS لمدة خمسة عشر عاما دون مقابل. ولم يكن الأمر بطبيعة الحال أن الولايات المتحدة وروسيا أصابتهما فجأة نوبة من الكرم فأصبحتا تتنافسان على تقديم خدمات مجانية للعالم، بل إن المسألة في حقيقتها موضوع اقتصادي بحت كما سوف نوضح بعد قليل.

وسواء كان الأمر أريحية أمريكية - روسية مفاجئة أم حسابات اقتصادي دقيقة فإنه لا يمكن إغفال المزايا التي تحققها هذه التكنولوجيا الفضائية فوق نظام الملاحة والمراقبة الجوية اللاسلكية المتبع في معظم أنحاء العالم حتى الآن (1995).

ويجب أن نوضح هنا الفرق بين المقصود بالملاحة الجوية والمراقبة الجوية والعلاقة بينهما. أما الملاحة الجوية فقد أوضحنا أنها تتعلق بتحديد الموقع والمسار بالنسبة لأي طائرة. وأما المراقبة الجوية فتتعلق بحركة هذه الطائرات في الأجواء المزدحمة من منطقة المطار بأمان مع الاحتفاظ بمسافات كافية بين الطائرات، ومهمة المراقبة الجوية في ذلك تشبه إلى حد ما مهمة شرطي المرور مع اختلاف كبير في التقنيات المستخدمة، وواضح أن الملاحة

والمراقبة الجوية أمران مرتبطان بمعرفة مواقع وحركة الطائرات وبالتالي بنظام تحديد المواقع.

وتتم -حاليا- المراقبة الجوية باستخدام اللاسكي، وتعتمد على الحصول راداريا على موقع الطائرة وسرعتها واتجاه حركتها وإظهار ذلك على شاشات يراها المراقب الجوي الذي يوجه الطائرة لاسلكيا في جميع مراحل حركتها في منطقة المطار. ونتيجة لاعتماد هذا النظام على محطات إرسال لاسلكية أرضية والدقة المحدودة للبيانات التي يحصل عليها المراقب الجوي بالنسبة لموقع الطائرة وارتفاعها واتجاه حركتها، وما قد يعترض الحصول على هذه البيانات راداريا من مشكلات بسبب الأحوال الجوية أو تعطل الأجهزة، وكذلك اعتماد النظام على المراقب الجوي أو العامل البشري المعرض للخطأ، كان لابد من وضع مسافات آمنة بين الطائرات مما يقلل من كفاءة استخدام المجال الجوي.

أما النظام الجديد باستخدام الأقمار الصناعية فسوف يحقق مزايا عديدة نورد بعضها هنا. على أن هذه المزايا كلها لا تتحقق بنظامي تحديد المواقع GPS الأمريكي ومثيله GLONASS الروسي وحدهما، بل بتكاملها مع نظم الاتصال بالأقمار الصناعية أيضا والتي سنتحدث عنها بالتفصيل في فصل قادم. وتتلخص هذه المزايا في:

1- تحديد موقع الطائرة وارتفاعها بدقة وبصورة مستمرة.

2- نقل البيانات الخاصة بالطائرة آليا إلى أبراج المراقبة.

3- إتاحة إمكان الاتصال المباشر (عن طريق الأقمار) بين وحدات المراقبة والطيار.

4- إمكان تخفيض المسافات بين الطائ رات إلى حد كبير نتيجة زيادة دقة تحديد المواقع مما يحقق استيعاب الزيادة في الحركة الجوية.

5- إمكان اتخاذ مسارات دقيقة للطائرة نظرا لإمكان تتبع الطائرة في أي مسار من القمر الصناعي، مما يحقق وفرا في الوقود.

6- إتاحة الاتصال المباشر بين الطائرات ومراكزها الرئيسية على الأرض لتنسيق ومتابعة حركتها وإبلاغها بأي تعليمات مطلوبة.

7- إتاحة معلومات كاملة للطيار عن الأحوال الجوية عن طريق الأقمار الصناعية بما يتيح له فرصة أكبر لتفادي الاضطرابات الجوية.

8- المساعدة على عمليات الهبوط الآلي في الأجواء الصعبة نتيجة تحسين دقة تحديد المواقع.

9- إتاحة الاتصال بين ركاب الطائرة والأرض وما يعنيه ذلك من راحة لرجل الأعمال والمسافر العادي.

ومن الواضح إذن أن هناك مزايا حقيقية من جهة الأمان وكفاءة التشغيل والاقتصاد وراحة الراكب في استخدام الأقمار الصناعية في الملاحة المدنية. غير أنه كل شيء في الوجود، ليس ثمة خير مطلق أو فائدة دون ثمن أو -كما يقول الغربيون- ليس هناك وجبات مجانية، وقد قابل بعض المراقبين عرض الولايات المتحدة ومن بعده عرض روسيا لاستخدام نظاميهما للملاحة بالأقمار الصناعية واللذين أنفقتا عليه مايقارب عشرين بليون دولار، من قبل 183 دولة في العالم لمدة عشرة أو خمسة عشرة سنة قابلوه بقدر من التشكك والارتياب.

ومن السهل فهم أسباب هذا الشعور. فإن الولايات المتحدة تلجأ دائما لأسلوب تكوين العادة في تسويق منتجاتها. وهي هنا تعمل بالأسلوب نفسه وإن كان ذلك -هذه المرة- تكوين للعادة على نطاق غير مسبوق! أما روسيا فلا تريد أن تترك المجال للولايات المتحدة وتبقى هي لتتحمل العبء المالي الهائل لأربعة عشر قمرا صناعيا تجوب العالم بحثا عن صواريخ لم يعد من المحتمل أن تطلق. وعشر سنوات في عمر نظام كهذا ليست زمنا بعيدا لتعود الدولتان إلى فرض رسوم لا يحددها إلا هما وتضمن لهما تعويض المبالغ الطائلة التي كلفها النظام مع ربح لا بأس به. وعلى كل حال أليس هذا ما تفعله شركات الصابون أو معجون الأسنان التي تخفض منتجاتها إلى حد كبير حتى تطرد المنافسة وعند ذلك تفاجأ بأن المعاجين قد ارتفع سعرها. أو مثل شركات أمواس الحلاقة التي تهدي ماكينات غالية للحلاقة مجانا.. لكن أمواس الحلاقة بعد نفاد الدفعة الأولى ليست بالمجان ولا حتى بسعر معقول.

كيف يطبق هذا في حالتنا هذه؛ عندما عرضت الولايات المتحدة استخدام النظام لمدة عشر سنوات ووضعت شرطا يسمح لها بإيقاف استخدام النظام في أي وقت قبل نهاية عشر السنوات. ولكنها، وبعد مفاوضات مع منظمة الطيران المدني الدولية عادت وأعطت تعهدا يلزمها بإعطاء مهلة ست

سنوات قبل إنهاء تقديم الخدمة. ويقول المسؤولون الأمريكيون في وزارة الدفاع إن مسؤولية اتخاذ قرار إنهاء هذه الخدمة من حق الرئيس الأمريكي فقط، لكنهم يعترفون بأنه بحكم أن هذا النظام قد صمم لأغراض عسكرية فعلى الولايات المتحدة أن تفاضل بين متطلباتها الأمنية المعقدة واحتياجات الطيران المدني[12]. وتحتاج معالجة مثل هذا التوازن بين مصالح دولة كبرى كالولايات المتحدة ومصالح بقية العالم إلى نوع من المفاوضة الجماعية على نطاق كوني، وهو الدور الذي تقوم به بالفعل المنظمة الدولية للطيران المدني ICAO ومقرها مدينة مونتريال بكندا.

استخدام الأقمار الصناعية في الإغاثة

من أبرز استخدامات نظم تحديد المواقع التي تستحق الإشادة استخدامها في أغراض الإغاثة. وكما نعلم تتم عمليات الإغاثة لضحايا الكوارث الطبيعية حاليا بمسح المناطق المعرضة بالعين المجردة بوساطة الطائرات أو السفن إذا كان الحادث بحريا وعادة ما يكون عامل الوقت في غير صالح الضحايا وفرق البحث. وفي حالة استخدام الأقمار الصناعية فإن عملية الإنقاذ تتم عن طريق إرسال إشارات استغاثة يلتقطها القمر الصناعي ويعيد إرسالها مع تحديد الموقع. وتفيد هذه الطريقة في حالات الإغاثة في المناطق النائية مثل ضحايا الانهيارات الجليدية والمفقودين في البحر، ويلزم في هذه الحالات أن يكون الشخص المفقود مزودا بجهاز لالتقاط إشارات القمر الصناعي وإرسال إشارات الاستغاثة.

ومن أمثلة استخدام الأقمار الصناعية في الإغاثة العثور على الزعيم الفلسطيني ياسر عرفات بوساطة الأقمار الصناعية بعد سقوط طائرته في فبراير 1993. غير أن ذلك لم يتم بوساطة أقمار تحديد المواقع وإنما استخدم فيه المسح البصري بأقمار الاستطلاع.

ويعطي الخبر التالي مثالا جيدا لانتقال استخدام الأقمار الصناعية إلى مجال التطبيقات المدنية.

الرؤية بوساطة أقمار تحديد المواقع

- دليل فضائي ناطق لفاقدي البصر[13]

«المكتبة عن يمينك.. المكتبة عن يمينك.. هنا المتحف.. هنا المتحف.. هنا المدخل.. هنا المدخل». هذه الأصوات التي تدل فاقد البصر على طريقه تصدر عن كمبيوتر محمول على ظهره ومتصل ببوصلة فضائية تهتدي بالأقمار الصناعية الخاصة بتحديد المواقع. وابتكر الجهاز شخص فاقد البصر هو الدكتور رايนالد غوليج في جامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا في الولايات المتحدة، ويستخدمه الآن في تجارب للتنقل داخل المدينة الجامعية. يستخدم الجهاز خريطة كمبيوترية متصلة به ويقيم بوساطة الإشارات الصادرة عن أقمار تحديد المواقع نوعا من الخريطة الناطقة تعلن فيها البنايات والشوارع عن نفسها وتحدد مواقعها. ويحدد البعد عن الموقع والاتجاه بوساطة درجة ارتفاع أو انخفاض الصوت الذي تميزه أذن فاقد البصر مرهفة الحس عادة.

ويعتمد الجهاز على إشارات ثلاثية تصدر آنيا عن أربعة أقمار لتحدد موقع الشخص بدقة. ويمكن بذلك إرسال إشارات محسوبة على أساس المسافة التي تفصله عن البناية أو الطريق».

هذا مثال تفصيلي لأحد الاستخدامات المفيدة جدا والواقعية جدا لأحد الأنظمة الفضائية المعقدة. ولن تمر سنوات حتى يكون هذا الجهاز، الذي يتوقع أن يكون حجمه في حجم جهاز الراديو الصغير، في يد كل فاقد للبصر. ولا يفوتنا هنا أن نتأمل بساطة الفكرة. فالواقع أن فكرة هذا الجهاز مبنية على لعبة يلعبها الأطفال عندنا، حيث يعصبون عيون أحدهم ويقودونه بتصفيقهم الذي يعلو ويهبط حسب اقترابه من الهدف. ولعل هذا المثال يوضح أن أفكار الاختراعات عظيمة التأثير ليست بعيدة المنال، إلا أن أمر تنفيذها وإخراجها إلى حيز الوجود يتطلب مناخا علميا متكاملا تتاح فيه المعلومات بحرية وتشحذ فيه الأفكار وتقدم فيه المؤسسات المساندة للمبتكرين. وهذا يقودنا بتداعي الأفكار إلى السؤال المهم: لماذا تخلفنا نحن العرب عن ركب هذا التقدم العلمي العالمي؟ إنه موضوع سوف نتطرق إليه في الباب السابع عشر الذي يتحدث عن العرب وعصر الفضاء.

هوامش ومراجع
(الباب الثاني عشر)

(1) تمنح الجمعية الأمريكية للطيران جائزتها السنوية منذ عام 1912 «لأعظم إنجاز في علوم الطيران والفضاء في أمريكا.. تكون قيمته قد ثبتت في الاستخدام الفعلي خلال العام المنصرم».

(2) «العلوم عند العرب» قدري حافظ طوقان، الفصل الخامس، دار اقرأ للنشر والتوزيع والطباعة.

(3) المرجع السابق.

(4) جيمس بيرك «عندما تغير العالم» (ص 54) ترجمة ليلى الجبالي، عالم المعرفة، 185.

(5) يطلق اسم الصواريخ القدفية أو الباليستية Ballistic على الصواريخ التي تقطع عنها القوة الدافعة خلال المرحلة الأخيرة من طيرانها وبذلك تطير في تلك المرحلة كأنها مقذوف حر.

(6) مجلة IEEE Spectrum عدد ديسمبر 1993.

(7) الغواصات النووية غواصات تسير بالطاقة الذرية ولا تحتاج إلى التزود بالوقود، ولذلك يمكنها البقاء مددا طويلة تحت سطح البحر فيصعب اكتشافها. وتشكل الغواصات النووية أحد الأعمدة الثلاثة لما كان يسمى مثلث الردع النووي وهو: القاذفات الإستراتيجية الحاملة لقنابل ذرية والغواصات النووية والصواريخ عابرة القارات ذات الرؤوس النووية International Ballistic Missiles ICBM.

(8) لاحظ هنا البداية العسكرية الخالصة لهذا التطبيق.

(9) يقوم الجهاز في الواقع بإيجاد أربعة مجاهيل: ثلاثة منها هي إحداثيات المواقع الثلاث، أما المجهول الرابع فهو الخطأ أو الانحياز في ساعة الراصد والتي تحتاج مبدئيا إلى ضبطها على ساعة القمر الصناعي بمجرد إتمام الاتصال.

(10) حرب النجوم Star Wars وهو الاسم الذائع لما كان يسمى بـ «مبادرة الدفاع الإستراتيجي Strategic Defence Initiaive SDI» هي الحرب الأولى في التاريخ التي كان من المفترض أن تعتمد اعتمادا شبه كامل على تكنولوجيات الفضاء. وقد اقترح هذه المبادرة الرئيس الأمريكي ريجان وتم إلغاؤها في مايو 1993 في عهد الرئيس كلينتو ن.

(11) «النظام العالمي الجديد للمراقبة» ـ مهندس ممدوح محمد زكي الدين. مجلة الطيران المدني السعودية، العدد السادس عشر.

(12) «خطوة أخرى على طريق الملاحة الجوية الشاملة بالأقمار الصناعية» مجلة الطيران العربي، السنة الثالثة، العدد الثاني (أبريل ـ يونيو 1994) دار القارىء العربي، مصر.

(13) جريدة الحياة اللندنية، 12 سبتمبر 1994.

الباب الثالث عشر
أقمار الاتصالات
والبث التلفزيوني

يعتبر استخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات أول ثورة حقيقية تتم في هذا المجال منذ أرسل ألكسندر جراهام بل إشارته التليفونية الشهيرة إلى مساعده وطسون في عام 1876 : «وطسون.. تعال إنني أحتاج إليك».

كان هذا هو العصر الذهبي لعلم الفيزياء، وقد بدأ الكون يفتح كتاب أسراره للإنسان الذي كان قد حقق إنجازات كبيرة في فهم العالم من حوله. كان ماكسويل[1] قد صاغ معادلاته الشهيرة وتوصل إلى أن الموجات الكهرومغناطيسية تنتشر بسرعة الضوء. وفي عام 1887 التقط هرتز[2] هذه الموجات، وكان من الآثار البعيدة لهذه الموجة من الاكتشافات إنشاء شبكات التليفونات وأولاها شبكة التليفونات في الولايات المتحدة في بدايات هذا القرن وانتشار الخدمة التليفونية بعد ذلك في العالم كله.

و يتم نقل الاتصالات التليفونية عادة عن طريق شبكة للمسافات الطويلة وأخرى محلية. أما الشبكة المحلية فهي عادة شبكة سلكية تقوم بمد أسلاكها شركة التليفونات المحلية، وتبث عن طريقها المكالمات المحلية. أما المشكلة الحقيقية فكانت في الاتصالات بعيدة المدى، إذ كانت العقبة التي وقفت طويلا في وجه تقدم الاتصالات في العالم هي عدم إمكان ربط العالم كله بشبكة تليفونات سلكية عبر المحيطات والصحاري والجبال، وبعض هذه المناطق يصعب عبورها أصلا فضلا على مد شبكات من أي نوع فيها.

وفي عام 1956 بدأ تشغيل كابل هاتفي عبر المحيط الأطلنطي، وفي عام 1964 مد كابل هاتفي آخر عبر المحيط الهادي. ورغم أن الاتصالات الهاتفية تتم بكفاءة عبر الكابلات الممدودة تحت المحيط فإن عيوب هذه الكابلات تكمن في التكلفة الباهظة والعدد المحدود من القنوات التي يمكن تشغيلها في وقت واحد. وبالإضافة إلى الكابلات البحرية فإن نقل الاتصالات التليفونية عبر المحيط حتى منتصف الستينيات كان يتم عن طريق موجات الراديو عالية التردد (High Frequency) والتي كانت تنتج اتصالات متقطعة غير واضحة ولا يمكن الاعتماد عليها.

أما على الأرض فقد اعتمدت الاتصالات بعيدة المدى على مد سلسلة من الأبراج العالية التي تبعد عن بعضها مسافات تتراوح بين خمسين ومائة كيلو متر بحيث تكون في مجال الرؤية المباشرة من بعضها البعض ومزودة

بهوائيات استقبال ضخمة وأجهزة إرسال، ويتم نقل الإشارات بموجات الراديو بين هذه الأبراج بالتتابع حتى تصل إلى غايتها.

وتظل هذه التقنية مناسبة مادمنا على الأرض في مناطق يمكن إنشاء هذه الأبراج فيها. وإذا نظرنا إلى القمر الصناعي باعتباره منصة استقبال شاهقة الارتفاع فيمكن تصور إمكان استخدامها في استقبال وإعادة إرسال هذه الإشارات، ويرجع أول تنبه إلى إمكان استخدام الأقمار الصناعية كأبراج شاهقة الارتفاع لاستقبال وإعادة إرسال الإشارات إلى آرثر كلارك[3] الذي يعد الرائد الأول للاتصالات عبر الفضاء.

وقد عبر كلارك عن رأيه هذا في مقال عام 1945 نشر في مجلة «عالم اللاسلكي» وتنبأ فيه بإمكان وضع أقمار صناعية في مدارات متزامنة مع حركة الأرض بحيث يبدو القمر نتيجة دورانه بسرعة دوران الأرض نفسها وفي اتجاهها نفسه وكأنه ساكن بالنسبة لبقعة معينة على سطح الكرة الأرضية، ومن ثم يمكن استخدامه منصة لاستقبال وإرسال الإشارات. وحسب كلارك ارتفاع المدار المطلوب لهذا الغرض وهو 35800 كيلو متر فوق سطح الأرض، كما أوضح أنه نظرا للارتفاع الكبير للقمر الصناعي فإن ثلاثة أقمار فقط سوف تكفي لتغطية الكرة الأرضية بأكملها.

غير أن هناك بطبيعة الحال مسافة كبيرة بين طرح الفكرة النظرية وتحولها إلى تقنية مطبقة، وفي حالتنا هذه فإن فكرة كلارك لم تأخذ طريقها إلى التنفيذ الفعلى إلا بعد نحو عشرين عاما عندما تطورت صناعة القاذفات بالقدر الذي يسمح بوضع أقمار صناعية في هذا المدار البعيد.

ومنذ منتصف الستينيات -عندما بدأ وضع أول قمر صناعي للاتصالات في مدار قريب من الأرض- إلى منتصف التسعينيات، فإن تكنولوجيا الاتصال عبر الأقمار الصناعية أصبحت عنصرا متضمنا في كل مظاهر الحياة العصرية من البث التليفزيوني اللحظي عبر شبكات الأخبار العالمية مثل CNN والقنوات الفضائية العربية والغربية، والاتصالات التليفونية عبر المسافات الطويلة والتي انخفض سعرها وتيسرت وسائلها وتحسنت دقتها بشكل كبير، إلى عقد المؤتمرات التليفزيونية عبر القارات.

ومن أحدث تطبيقات هذا المجال استخدام الأقمار الصناعية في الاتصال من الطائرة عبر الولايات المتحدة مثلا بأي تليفون في القارة، ولا يتكلف

هذا الاتصال -والذي يتم باستخدام بطاقة ائتمان عادية- أكثر من عشرة دولارات للدقائق الثلاث، ومن المؤكد أن هذه التكلفة ستنخفض بشكل كبير كلما شاع استخدام هذه التقنية. كما أن أحد التطبيقات المهمة إجراء العمليات الجراحية باستخدام التليفزيون والقمر الصناعي لنقل صورة المريض وبياناته الصحية ولحظيا وبصورة مستمرة إلى الجراح الموجه والموجود في قارة أخرى على سبيل المثال.

وفي الواقع أننا يمكننا أن نستطرد في سرد التطبيقات التي تستخدم فيه هذه التقنية، غير أن النقطة التي تعنينا هنا هي أننا قد تعدينا مرحلة الحديث عن أهمية وإمكانات هذه التقنيات، ووصلنا إلى المرحلة التي أصبح تعنينا فيها الآثار الاجتماعية والثقافية لها وإمكان تطويعها.

مراحل تطور تقنية أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني

عندما تظهر أي تقنية رئيسية جديدة مثل السيارة أو التليفزيون أو الحاسب الإلكتروني أو الأقمار الصناعية فإنها تمر بثلاث مراحل.

المرحلة الأولى:

هي المرحلة الفنية Technical Stage، وهي المرحلة التي يتم فيها تثبيت الأسس العلمية والفنية لهذه التقنية والتثبت من فروضها وإمكاناتها، وحل المشكلات التقنية التي تواجهها والاختيار بين البدائل الفنية المتعددة المتاحة للتنفيذ، وعادة ما تتم هذه المرحلة داخل مراكز البحوث والجامعات، ولا يكون هناك تصور كامل في هذه المرحلة لاستخدامات وتطبيقات هذه التقنية.

المرحلة الثانية:

وهي المرحلة التجارية Commercial Stage، وفيها يكون قد اتضحت إمكانات هذه التقنية ويظهر مستثمرون وشركات يرغبون في تطويرها والإنفاق عليها، ويبدأ البحث عن استخدامات جديدة والتسويق لها، وتنتشر التقنية على مستوى العالم وينخفض سعرها.

المرحلة الثالثة:

وهي المرحلة الاجتماعية والثقافية Social and Cultural Stage، وفيها يتسع نطاق استخدام التقنية الجديدة في المجتمع فلا تصبح قاصرة على نخبة

متميزة، وتبدأ هذه التقنية في إحداث تأثيرها في المجتمع وتصبح جزءا من نسيجه متأثرة ومؤثرة فيه، وتبدأ بعض الآثار الجانبية في الظهور ويدور حوار حول الآثار الاجتماعية والثقافية للتقنية الجديدة وكيف يتم استيعابها في المجتمع.

وحدث الشيء نفسه مع التليفزيون الذي أصبح الآن المستهلك الأول للوقت بما يبثه من برامج جيدة وأخرى ليست كذلك، وتغير وقت العمل حول مواعيد التليفزيون؛ ففي الولايات المتحدة تؤخذ القرارات السياسية بحيث تذاع في وقت إذاعة أخبار الساعة السادسة، وفي مصر تفرغ الشوارع المزدحمة من روادها في وقت إذاعة مباراة كرة القدم وقد يستمر هذا لمدة شهر كامل في وقت إقامة مباريات كأس العالم.

و قد تخطى التلفزيون المرحلة التجارية فهو متاح لكل أسرة تقريبا ويحرص كل زوجين جديدين على اقتنائه، لكننا مازلنا في المرحلة الاجتماعية الثقافية من تطوره حيث مازالت المناقشات تحتدم حول دور التليفزيون في التثقيف، وهل يستطيع أن يحل محل الكتاب، ويبدو أن النقاش حول هذه النقطة سوف يستغرق أعواما عديدة أخرى حتى يستطيع التليفزيون أن يخرج علينا بحلول للمشكلات التي خلقها.

وكذلك الشأن بالنسبة للحواسب، فمازال الحديث عن آثارها الاجتماعية في الدول النامية مبكرا.

في ضوء هذه المراحل الثلاث نستطيع إذن أن نقسم تطور استخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات والبث المباشر إلى مراحل مماثلة ونتعرف ملامح كل مرحلة، وقد يمكننا عندئذ استقراء المستقبل قياسا على تجارب الماضي والحاضر.

المرحلة الفنية: البدايات الأولى

ذكرنا أن استخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات والبث الإذاعي والتليفزيوني -والمبادئ الهندسية لهما واحدة- يرجع إلى العالم البريطاني آرثر كلارك الذي نشر في عام 1945 مقالا ذكر فيه إمكان إطلاق قمر صناعي إلى مدار محدد[4]، سمي بمدار كلارك، بحيث يبدو ثابتا بالنسبة إلى منطقة معينة على سطح الأرض، ويمكن في هذه الحالة استخدامه

برجا عاكسا لنقل الإشارات من مكان إلى آخر على سطح الأرض.

ولم يبدأ التفكير في هذه الفكرة جديا بطبيعة الحال إلا بعد أن أصبح عصر الفضاء حقيقة واقعة في نهاية الخمسينات.

غير أن أول قمر صناعي أطلق خصيصا للاتصالات لم يكن يقوم على فكرة كلارك، بل كان بالونا قطره ثلاثون مترا مغطى بطلاء من الألومنيوم وهو القمر الصناعي الأمريكي «إيكو ECHO» والذي أطلق في مايو 1960 إلى مدار منخفض حول الأرض، واستخدم لعدة سنوات عاكسا للإشارات في تجارب الاتصالات الفضائية. ولا ينتمي هذا القمر إلى تقنيات الأقمار الصناعية التي أطلقت بعد ذلك إذ إنه يعد من طراز الأقمار العاكسة «السلبية passive» إذ يقتصر عمله على عكس الإشارات الواصلة إليه دون إجراء أي تعديل عليها، بينما تستقبل الأقمار الفاعلة (active) الإشارات وتغير تردداتها ثم تقوم بإرسالها.

وفي ديسمبر 1961 أطلق أول قمر فاعل لأغراض الاتصال وهو القمر OSCAR-1 ، ثم أطلق القمر «تليستار» في عام 1962، وكان أول قمر للاتصالات بمعناها الشامل إذ حق نقل 1000 قناة تلفزيونية، وقناتين تلفزيونيتين وإذاعات لاسلكية وصلت إلى بعد 9000 كيلومتر .

غير أن تليستار لم يكن قمرا ثابتا بل كان يدور في مدار منخفض حول الأرض بسرعة كبيرة وبذلك كانت فترة إرساله لا تتعدى الدقائق التي يكون فيها فوق منطقة معينة.

ولم تحقق التقنية التي اقترحها كلارك بإرسال قمر إلى مدار مرتفع «متزامن» Synchronous حيث تكون حركة القمر الصناعي مواكبة لحركة الأرض وسرعتها نفسها فيبدو كأنه ساكن فوق منطقة معينة، إلا في عام 1963 عندما أطلقت الولايات المتحدة سلسلة أقمار Syncom واستخدم القمر Syncom-2 لاختبار تقنيات الاتصال عبر الأ قمار الصناعية في المدار الثابت، أما القمر الثالث من السلسلة فأظهر بطريقة حاسمة إمكانات هذه التقنية إذ نقلت عن طريقه على الهواء أحداث دورة طوكيو الأولمبية في عام 1964.

وفي الاتحاد السوفييتي كان البحث جاريا في الاتجاه نفسه. وفي عام 1965 أطلق الاتحاد السوفييتي أول قمر لأغراض الاتصال وهو القمر مولنيا-1. وبذلك أصبح الاتصال عن طريق الأقمار الصناعية حقيقة واقعة وبدأ

البحث في تطبيقاته التجارية.

المرحلة التجارية: نظم الاتصالات الدولية

كان لابد لنجاح نظم الاتصالات أن تنشىء من البداية على أساس عالمي، وكانت الولايات المتحدة في عام 1962 بعد نجاح المحاولات الأولى لاستخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات وإدراكا منها للمجال الواسع لهذه التقنية قد أنشأت هيئة متخصصة لأقمار الاتصالات هي Communications Satellites Corporation «كومسات» بهدف الاشتراك في إنشاء نظام عالمي للاتصالات بتعاون دولي. وولد هذا النظام وهو نظام إنتلسات في عام 1964، عندما وقعت إحدى عشرة دولة على اتفاقية لإنشاء ماسمي باللجنة المؤقتة لأقمار الاتصالات Interim Communications Satellites Committee. لكن التعاون الدولي في مجال الاستخدام السلمي للفضاء خطا خطوة كبيرة بإنشاء المنظمة الدولية للاتصالات الفضائية «إنتلسات».

إنتلسات: المنظمة الدولية للاتصالات الفضائية

في الواقع لا يمكن الحديث عن الاستخدامات السلمية للفضاء الخارجي دون الحديث عن منظمة «إنتلسات» للاتصالات الفضائية، والتي تمثل نموذجا فريدا في التعاون الدولي لاستخدام التكنولوجيا المتقدمة لصالح الإنسان. ففي عام 1969 وقع اتفاق إقامة الاتحاد الدولي للاتصالات الفضائية International Telecommunications Satellite Consortium، واتخذ الاتحاد واشنطن مقرا له. وفي عام 1971 وبعد عدة مؤتمرات دولية أنشئت المنظمة الدولية للاتصالات الفضائية (إنتلسات) International Telecommunications Satellite Organization وبدأت العمل كمنظمة دولية في عام 1973[5].

وكان أول قمر تابع لمنظمة إنتلسات هو القمر الصناعي Intelsat-1 الذي عرف باسم «الطائر المبكر Early Bird» والذي أطلقته ناسا في عام 1965 وكان يعمل فوق المحيط الأطلنطي، وقد احتوى على 240 قناة للاتصالات الهاتفية. وتمت تغطية المحيط الهادي في 1967 بوساطة القمر Intelsat II. وعندما تمت تغطية المحيط الهندي بالقمر Intelsat III في يوليو 1969 أصبح إنتلسات نظاما عالميا بالفعل.

وقد شجع نظام منظمة إنتلسات عديدا من الدول على الانضمام إليها

والاستفادة من خدماتها. وبلغ عدد الأعضاء منظمة إنتلسات في 1990 مائة وتسع عشرة دولة بينما يزيد عدد الدول المستفيدة من النظام على مائة وخمسين دولة. ومن ناحية أخرى فقد ساعدت منظمة إنتلسات على تحسين خدمات الاتصالات الفضائية الدولية بشكل مذهل، فقد زادت من كفاءة خدمات البرق والهاتف والنقل التليفزيوني وزصبح من الممكن الاتصال في ثوان بأماكن في العالم كان الوصول إليها يكاد يكون مستحيلا، كما أصبح نقل الأخبار والأحداث الرياضية مظهرا من مظاهر الحياة اليومية(6).

وعلى مدى السنوات منذ إنشاء نظام إنتلسات زادت طاقة أقماره الصناعية بشكل كبير فبينما كان «الطائر المبكر» أول أقمار إنتلسات يوفر 240 دائرة هاتفية فإن إنتلسات-6 يوفر 24 ألف دائرة هاتفية بالإضافة إلى قناتين تلفزيونيتين. وأدى هذا التطور إلى خفض تكلفة الاتصالات الدولية بشكل كبير.

الاستخدامات المحلية لنظام إنتلسات(7):

لم يقتصر دور «إنتلسات» على الاتصالات الدولية والنقل التليفزيوني عبر القارات والمحيطات، بل إنها تلعب دورا مهما في تسهيل الاتصالات الداخلية في عدد من الدول خاصة تلك التي تفرض طبيعتها صعوبة خاصة في الاتصال بالطرق التقليدية. ومن أهم هذه الدول التي استفادت بخدمات «إنتلسات» إندونيسيا التي تتكون من أرخبيل من الجزر المتناثرة يحتوي على 13,700 جزيرة، والصين والهند كذلك، ومن الدول العربية الجزائر والسعودية التي تغطي أراضيهما مساحات شاسعة تبلغ مليوني كيلومتر مربع في حالة الجزائر ومليونين ومائتي ألف كيلو متر مربع في حالة السعودية.

وتتم الاستفادة من «إنتلسات» في مثل هذه الحالة عن طريق استئجار قناة قمرية على أحد الأقمار الاحتياطية، وتخصص هذه القناة للاتصالات المحلية والتغطية التليفزيونية للدولة المستأجرة. ويستفيد عدد كبير من الدول (تجاوز الستين دولة في عام 1990) من نظام استئجار القنوات في «إنتلسات» حيث إن إيجار هذه القنوات وهو نحو 800 ألف دولار في العام يعد زهيدا نسبيا بالنسبة للخدمات التي يقدمها.

ومن الدول العربية التي تستأجر قنوات في «إنتلسات» بالإضافة إلى الجزائر والسعودية ليبيا والسودان وعمان والمغرب. وكانت الجزائر أول دولة في العالم تستأجر مثل هذه القنوات للاستخدام الداخلي، وكان العامل الأساسي لاستخدامها الفضاء في التغطية التليفزيونية هو تبعثر السكان في مساحة البلاد الشاسعة التي تمثل الصحاري أربعة أخماسها إلى جانب وجود الجبال في مواقع عديدة مما يمثل صعوبة في مد شبكات الاتصال التقليدية.

وتعد السعودية أكبر دولة مستأجرة لقنوات «إنتلسات» على مستوى العالم، ويرجع ذلك إلى طبيعة التوزيع السكاني والذي يتمثل في تجمعات صغيرة في مناطق متناثرة ومتباعدة.

وفي حال الاعتماد المكثف على قنوات التغطية التليفزيونية المستأجرة فإن المقارنة تكون بين استئجار قنوات على أقمار «إنتلسات» أو القيام بإطلاق قمر صناعي خاص بالدولة بما يتطلبه ذلك من اعتمادات مالية كبيرة. وفي حالتي الجزائر والسعودية فقد تمت دراسة إمكان إطلاق قمر صناعي خاص غير أن الدراسة الاقتصادية أدت إلى تأجيل المشروع.

المنظمة الدولية للاتصالات البحرية «إنمارسات»

إذا كانت الاتصالات الفضائية عن طريق الأقمار تؤدي إلى تسهيل وتحسين خدمة الاتصالات، وتوسيع نطاقها على الأرض، فإنها بالنسبة للسفن، والناقلات، ومنصات البترول البحرية تمثل ضرورة لا يمكن الاستغناء عنها. ولذلك برزت في عام 1975 فكرة إنشاء المنظمة الدولية للاتصالات البحرية بوساطة الأقمار الصناعية «إنمارسات»، وتم إنشاء المنظمة في عام 1979 بعضوية عدد من الدول البحرية الرئيسية. وكان أكبر المؤسسين الولايات المتحدة 37, 23٪ والاتحاد السوفييتي 09, 14٪ والمملكة المتحدة 89, 9٪ والنرويج 88, 7٪ واليابان 7٪.

وتم استكمال الجيل الأول من شبكة «إنمارسات» في عام 1985 باستخدام الأقمار الأوروبية Marecs A,B لتغطي المحيطين الأطلنطي والهادي وباستخدام شبكة إنتلسات لتغطي الاتصالات البحرية فوق المحيط الهندي. وفي عام 1987 بلغ عدد اللدول الأعضاء 48 دولة وبلغ عدد السفن والمنصات المستفيدة

من خدمات «إنمارسات» أكثر من خمسة آلاف من إجمالي السفن والناقلات التي تبلغ حمولتها أكثر من 100 طن.

وتتطلب الاستفادة من شبكة «إنمارسات» تزويد السفينة أو الناقلة أو المنصة البحرية بمحطة استقبال صغيرة يصل ثمنها إلى نحو 25 ألف دولار وتحصل السفينة أو منصة البترول عن طريقها على اتصالات تليفونية عالية الجودة تمكنها من إجراء جميع عملياتها واتصالاتها لأغراض العمل والاتصال الشخصي، وفي حالات الطوارئ* لأغراض الإسعاف والإنقاذ كما لو كانت على الأرض.

وبلغ عدد الدول الأعضاء في «إنمارسات» حتى 1995 74 دولة، كما امتدت خدماتها لليخوت والمراكب الخاصة، وكان أهم تطور في خدماتها هو امتدادها في عام 1990 إلى الطيران المدني حيث أصبحت تمد الطائرات في الجو بخدمات التليفون والفاكس وغيرها.

الأنظمة الإقليمية للاتصالات والبث التليفزيوني

مع تقدم الأقمار الصناعية وتطوير قدرات الإطلاق لدى عدد من الدول خارج الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي ظهرت الحاجة إلى شبكات اتصالات إقليمية مستقلة عن «إنتلسات». وفي البداية عارضت منظمة «إنتلسات» والتي تشمل في عضويتها مجموعات إقليمية عديدة هذا الاتجاه بشدة. لكن هذا الاتجاه لم يكن من الممكن مقاومته إذ كان مدعما بالرغبة في الاستقلال السياسي والتكنولوجي الذي تكفله شبكات الأقمار الصناعية الإقليمية.

ووسط اتهامات بالرغبة في الاحتكار والسيطرة برزت عدة منظمات إقليمية للاتصال الفضائي، ففي عام 1970 وفي ظل وجود الاتحاد السوفييتي السابق أنشئت شبكة «إنترسبوتنيك» لربط دول الكوميكون وهي مجموعة دول أوروبا الشرقية، وتبع ذلك تكوين منظمة «يوتلسات Eutelsat» لتربط بين دول أوروبا الغربية.

وفي العالم العربي أنشئت منظمة عربسات لدعم الاتصال والتعاون في مجال الفضاء بين الدول الأعضاء، وفي عام 1983 أطلق القمر الأندونيسي (Palaba-B) ليخدم مجموعة دول شرق آسيا.

إنترسبوتنيك:

في عام 1968 وقعت تسع دول اشتراكية، مشروع اتفاق مبدئي لإقامة منظمة نظم وأقمار الاتصالات الدولية «إنترسبوتنيك» بهدف توفير الاتصالات وخدمات البرق والتليفون وتبادل البرامج الإذاعية والتليفزيونيةبين أعضائها. وفي عام 1971تم توقيع الاتفاق النهائي وأودع لدى الأمم المتحدة وبلغ عدد الدول المنضمة إلى المنظمة 14 دولة في نهاية الثمانينيات.

وتعتمد منظمة إنترسبوتنيك على الأقمار الصناعية التي تطلقها روسيا سواء من طراز «مولنيا» في بداية إنشاء المنظمة أو من طراز «جوريزونت» Gorizont أو الأفق المتزامنة مع حركة الأرض منذ عام 1979.

وقد تقدمت روسيا كجزء من تخطيطها لهذه الشبكة، في عام 1976 إلى «اللجنة الدولية لتسجيل الترددات» وهي الهيئة المسؤولة عن توزيع نطاقات الترددات الإذاعية والتليفزيونية لحجز عشرة مواقع لأقمارها في المدار «الثابت» أو المتزامن مع حركة الأرض Geostationary Orbit. ومن هذه المواقع بدأت الشبكة بقمرين صناعيين هما «ستاسيونار» رقما 4 و5 فوق المحيطين الأطلنطي والهندي. وفي عام 1985 أطلق الاتحاد السوفييتي القمر الصناعي كوزموس 1700 كجزء من هذه الشبكة، وتم استبداله بعد ذلك بالقمر الصناعي كوزموس 1987[8].

المشروع الأوروبي «سيمفوني»:

شهد عام 1970 تعاونا بين فرنسا وألمانيا لتطوير شبكة أوروبية للاتصالات والبث التليفزيوني أطلق عليها اسم «سيمفوني Symphonie»، وقد بدأ المشروع بإطلاق قمرين في المدار المتزامن مع الأرض (المدار الثابت) Geostationary Orbit عند خط 15 طول غربا بحيث يغطيان أوروبا وأفريقيا وجزءا من أمريكا الجنوبية والساحل الشرقي لأمريكا الشمالية، وقد أطلق القمر الأول في 19 ديسمبر 1974 والثاني في 27 أغسطس 1975. واستخدمت أقمار «سيمفوني» في تبادل البرامج التليفزيونية والإذاعية بين بلدان أوروبا وكذلك توسيع نطاق الاتصال الهاتفي. ومن ناحية أخرى استخدم القمران في بث البرامج التربوية والتجريبية إلى بعض بلاد أفريقيا الناطقة بالفرنسية مثل ساحل العاج.

المنظمة الأوروبية لأقمار الاتصالات «يوتلسات»

بعد فترة من محاولات توحيد الجهود الأوروبية في مجال اتصالات الفضاء، أنشئت في عام 1977 المنظمة الأوروبية لأقمار الاتصالات EUTELSAT، والتي ضمت ستا وعشرين دولة (جميع دول أوروبا الغربية بالإضافة إلى يوغسلافيا) ووقعت الاتفاقية الدائمة لها في عام 1985، وكان أكبر المساهمين المملكة المتحدة وفرنسا (16,4٪ لكل منهما)، وإيطاليا 11,48٪، وألمانيا 10,82٪. وفي عام 1994 شملت العضوية بالإضافة إلى الدول السابقة، دول أوروبا الوسطى والشرقية وبلغ عدد الأعضاء اثنتين وأربعين دولة.

وفي المرحلة التجريبية تم إطلاق القمر الأوروبي OTS أو «قمر الاختبار المداري» Orbital Test Satellite والذي استخدم في الاتصالات الهاتفية التقليدية بالإضافة إلى تبادل برامج التليفزيون بين دول أوروبا. وبدأت المرحلة التجارية في 1983 عندما أطلق أول أقمار الجيل الأول «يوتلسات-1 ف-1» واستكملت الشبكة بإطلاق القمر الخامس «يوتلسات-1 ف-5» في يوليو 1988. وتشمل منظومة «يوتلسات» حاليا سبعة أقمار منها ثلاثة أقمار من الجيل الأول وأربعة من الجيل الثاني.

المنظمة العربية لأقمار الاتصالات «عربسات»:

تكونت المنظمة عام 1976 لمواجهة الاحتياجات المتزايدة للاتصالات الفضائية بين أعضائها وتضم واحدا وعشرين عضوا يساهمون في ميزانياتها التي كانت 100 مليون دولار. وكان أكبر الإسهامات فيها للدول التالية التي تشكل منها مجلس إدارة المنظمة: السعودية 26,2، وليبيا 18,5٪، ومصر 10,4٪، والكويت 8,3٪، والإمارات 6,6٪. لكن بعد اتفاقية كامب ديفيد بين مصر وإسرائيل، علقت عضوية مصر في المنظمة عام 1979. في عام 1984 رفعت المنظمة رأس مالها إلى 200 مليون دولار، وتعدلت نسب إسهامات الدول كالتالي: السعودية 36,66٪، الكويت 14,59٪، ليبيا 11,28٪، قطر 9,81٪، الإمارات 4,66٪، الأردن 4,05٪، لبنان 3,83٪، البحرين 2,45٪، سوريا 2,08٪، العراق 1,9٪، الجزائر 1,72٪، اليمن 1,65٪، مصر 1,59٪، عمان 1,23٪، تونس 0,74٪، المغرب 0,61٪، السودان 0,27٪، موريتانيا 0,27٪، فلسطين 0,25٪، الصومال 0,24٪، جيبوتي 0,12٪.

ويشمل مشروع «عربسات» جيلين من الأقمار: الجيل الأول وهو «عربسات-1» ويتكون من أربعة أقمار أحدها قمر احتياطي يظل على الأرض حتى إطلاقه عند الحاجة إليه. وقد أطلق القمر الأول «عربسات -A1» في 8 فبراير 1985 على متن القاذف الأوروبي «أريان-4» وتكلف الإطلاق 23 مليون دولار. وأطلق القمر الثاني «عربسات-B1» في 18 يونيو 1985 إلى المدار الثابت عند خط طول 26,2 شرقا من مكوك الفضاء الأمريكي وكان بصحبته في رحلة الإطلاق على متن مكوك الفضاء ممثل المنظمة الأمير سلطان بن سلمان آل سعود وهو رائد الفضاء العربي الأول. وقد تعطل أداء القمر بعد شهور من إطلاقه الأمر الذي جعل بثه التلفزيوني يبتعد عن المنطقة العربية. ثم توقفت قنواته الـ 25 عدا 1,25 قناة فقط، وقد انتهى العمر التشغيلي للقمر الأول في 31 يوليو 1992، ورفع القمر الثاني من الخدمة في أكتوبر 1992 وانتهى عمره التشغيلي 3 أبريل 1993.

وفي 27 فبراير 1992، وقبل انتهاء العمر التشغيلي للأقمار العاملة تم إطلاق القمر الثالث من الجيل الأول وهو «عربسات-C1» من قاعدة «كورو» بغينيا الفرنسية في قارة أمريكا الجنوبية على متن القاذف «أريان-4» إلى موقع في المدار الثابت فوق خط طول 33,4 شرقا، ومن المتوقع أن يستمر القمر في العمل لمدة سبع سنوات حتى عام 1999.

ويشمل القمر العربي 25 قناة تتسع كل منها لعدد 1466 خطا تليفونيا أو قناة تليفزيونية واحدة، وكذا قناتين للبث التليفزيوني المباشر، وهاتان القناتان تستأجرهما حاليا مصر والسعودية.

وقد فرضت الاحتياجات المتزايدة للاتصالات الفضائية في المنطقة فرضت استئجار قمر صناعي كندي هو القمر الصناعي عربسات-4 منذ 3 أغسطس 1993، ويقوم بإرساله من خط طول 20 شرقا، ويطلق عليه حاليا «عربسات-D1». ومن المقرر أن يطلق أول أقمار الجيل الثاني من أقمار عربسات في 5 يوليو 1996. ثم يليه القمر الثاني عام 1997.

القمر المصري نايل سات:

في 1977 حجزت مصر موقعا لقمر مصري في المدار الثابت في الموقع 7 درجات غربا، وقبل مضي عشرين عاما على هذا الحجز وتخصيص

الموقع لدولة أخرى أعلنت مصر عن إطلاق قمر البث التليفزيوني «نايل سات» والذي ستصنعه شركة «مترا ماركوني» ويطلقه القاذف الأوروبي أريان. وتبلغ تكلفة القمر المصري 157,8 مليون دولار. وتتوقع وزارة الإعلام المصرية أن تتم تغطية تكلفة القمر عن طريق تأجير قنواته في سنوات معدودة.

وسيكون استقبال بث القمر بأطباق تتراوح أقطارها بين 45 و60سم وهو مايعرف بالبث المباشر. وكما هو المتبع في عقود إنتاج الأقمار الصناعية، سوف ينتج هذا القمر وحدتين إحداهما وحدة احتياطية في حالة فشل الإطلاق أو عطب القمر أو توقف عمله قبل انتهاء عمره الافتراضي الذي يبلغ خمسة عشر عاما.

ومن المخطط أن يسمح عدد القنوات المتاحة في القمر المصري بالتحول إلى نظام القنوات المتخصصة، حيث تخصص قنوات للتعليم ومحو الأمية والمرأة وجامعة الهواء بالإضافة إلى قنوات الترفيه والأخبار المعتادة.

جدول رقم 13 - 1

أقمار الاتصالات الموجودة في المدار الثابت في أول يناير 1994

الدول أو المجموعة الإقليمية	طراز القمر	عدد الأقمار
وكالة الفضاء الأوروبية	Marecs	2
أوروبا	Eutelsat	7
المنظمة الدولية للاتصالات البحرية	Inmarsat	4
المنظمة الدولية لأقمار الاتصالات	Intelsat	20
المنظمة العربية لأقمار الاتصالات	Arabsat	2
استراليا	Optus	3
البرازيل	Brasilsat	2
كندا	Anik	6
الصين	STTW	3
روسيا ودول المجموعة المستقلة	Cosmos (5) Gorizont (12) Raduga (12) Ekran (2)	31
فرنسا	TDF (2) Telecom (3)	5

الدول أو المجموعة الإقليمية	طراز القمر	عدد الأقمار
ألمانيا	TDF (3) Tvsat (1)	4
هونج كونج	Asiasat	1
الهند	Insat	3
أندونيسيا	Palaba B	4
إيطاليا	Italsat	1
اليابان	CS JC-sat BS Superbird	9
لوكسمبورج	Astra	3
المكسيك	Morelos	3
النرويج	Thor-1	1
إسبانيا	Hispasat	1
السويد	Sirius	2
الولايات المتحدة	Aurora (1) Telestar (4) Marisat (3) Comstar (2) SBS (2) DBS (1) Satcom (6) Spacenet (3) ASC (1) Gstar (4) Galaxy (7) SBS (2) Leasat (3) TDRS (5) ACTS (1) PAS (1)	47

أقمار الاتصالات الدولية الأخرى

ومن المفيد لكي نستطيع أن نتصور مدى انتشار أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني في العالم أن نقدم الإحصائية الآتية التي توضح عدد أقمار الاتصالات المدنية العاملة التابعة لكل دولة أو مجموعة إقليمية الموجودة في المدار الثابت وحده في أول يناير 1994[9].

التأثيرات الثقافية والاجتماعية

يرتبط استخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات بالمفاهيم السائدة حديثا عن ثورة الاتصالات وثورة المعلومات. وإذا كان من الممكن تلخيص تأثير استخدام الفضاء في الاتصالات والبث التيلفزيوني في عبارة قصيرة فإنه يمكن القول إنه حول فكرة جعل العالم «قرية واحدة» إلى حقيقة واقعة. ويبقى الحكم على جدوى ونفع هذا التحول للإنسان عموما ولدول العالم النامي ولعالمنا العربي على الأخص بثقافته وشخصيته الخاصة، يبقى قضية مفتوحة للمفكرين في مجالات الاجتماع والإعلام وعلم النفس الاجتماعي وغيرهم من المثقفين بحثا عن الدور الذي تلعبه هذه التقنيات الكاسحة في تشكيل الوعي القومي والشخصية الذاتية للأمة وكيفية الحد من التأثيرات السلبية وتعظيم النفع الإيجابي لها.

وهناك دراسات متخصصة عديدة في هذا المجال. ومازال الباب مفتوحا لكثير من الدراسة حيث مازالت التأثيرات الثقافية والاجتماعية لهذا الوافد الجديد في مرحلة ديناميكية ومازالت الدول المختلفة تجرب أساليب مختلفة للتعامل معه، تتراوح بين الانفتاح الكامل والحظر المشدد والترقب الحذر. ولا يقتصر الحذر من الثقافة الواردة على دول شرقنا المسلم المختلفة بثقافتها عن الثقافة التي أفرزت هذا المد التليفزيوني الكاسح، بل إن عددا من الثقافات الغربية ذاتها -كالثقافة الفرنسية- تأخذ مما تسميه الغزو الأمريكي موقفا قد يبدو لنا متشددا إلى حد يثير الدهشة.

ويبقى أن لب المسألة لا يكمن في الغزو الثقافي، فهذا أمر معروف ومتوقع منذ استطاعت ثقافة معينة هي الثقافة الغربية -الأمريكية أن تنتصر في مرحلة معينة وتحاول أن تفرض رؤيتها على العالم بقوة المعدات التكنولوجية وسيطرتها على أدوات المال والمعونات والهيئات الدولية، ولم

تقتصر في هذه المحاولات على البث التليفزيوني والإبهار السينمائي، وإن كان هذان الأخيران من أقوى أدواتها، بل امتدت بمحاولات تأثيرها الفجة إلى المؤتمرات والمواثيق والمعاهدات الدولية تعيد صياغتها بما يفرض رؤية أحادية، ويستبعد أي رؤية ثقافية أخرى.

وخلاصة الأمر أنه من المقرر أن تكون هناك هجمة ثقافية شرسة على حضارة الشرق وقيمه، وأن البث التليفزيوني الكوني هو إحدى أدواتها، غير أن الخطر الأكبر يكمن في تداعي العافية والمناعة الثقافية وفقدان الثقة الذي تعانيه أمتنا العربية والإسلامية في مرحلة التمزق والتشرذم الحالية والتي تؤدي، حتى دون هجمة ثقافية، إلى ضعف الهوية والتخلي عن الشخصية الثقافية القومية واستجلاب أنماط الحياة الثقافية المغايرة، وهو ما عبر عنه ابن خلدون بقوله «إن المغلوب يميل إلى تقاليد الغالب في ملبسه ومعيشته..»، وأيضا ما صاغه المفكر الإسلامي الكبير مالك بن نبي في تعبيره العبقري «القابلية للاستعمار».

وإذا كان الهجوم في عصور قديمة كان بالخيل والسلاح والمدافع والعتاد، فالهجوم هذه المرة على عقل الأمة بالأفكار والصور والرؤى، وهو أخطر لأنه يستلب الأمة من الداخل.

وإذا كان من غير الممكن عمليا أن تنعزل أمتنا إعلاميا وثقافيا في عصر أبرز ملامحه هو الانفتاح المعلوماتي، والذي يقضي بأنه ما من وسيلة لمنع تدفق المعلومات أو الحصول عليها، فإن التحصين الوحيد هو تحفيز قدرات الأمة، كما يحفز الجسم كراته البيضاء في حالة المرض، لتدرك أنها في حالة أزمة وفي ظرف حصار وأن عليها أن تستنفر أفضل وأقوى ما عندها لتواجه به هذا الظرف التاريخي، وهذه هي مسؤولية المثقفين في هذه الأمة، ولعله لم تلق إليهم مسؤولية أكبر وأخطر منها من قبل.

هوامش ومراجع

(الباب الثالث عشر)

(1) ماكسويل: جيمس كلارك (1831 ـ 1879) عالم فيزياء اسكتلندي، وضع أساس النظرية الكهرومغناطيسية، وأثبت أن الموجات الكهرومغناطيسية تنتشر بسرعة الضوء فيما كان أساس نظرية الاتصالات الحديثة.

(2) هرتز: هنريك رودلف (1857 ـ 1894) عالم فيزياء ألماني، تمكن من التقاط الموجات الكهرومغناطيسية التي تنبأ بوجودها رياضيا ماكسويل من قبل.

(3) آرثر كلارك: بالإضافة إلى إسهامه في نشأة اتصالات الفضاء، فإن آرثر كلارك هو مؤلف رواية الخيال العمي الشهيرة «أوديسا الفضاء: 2001» والتي يعد الفيلم المأخوذ عنها أعظم أعمال الخيال العلمي السينمائية وأكثرها دقة وإثارة.

(4) هذا المدار هو «مدار الثبات الجغرافي» Geostationary Orbit وهو مدار دائري يقع في مستوى خط الاستواء على ارتفاع 35800 كيلو متر وتوضع فيه أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني وأقمار الأرصاد الجوية وأي أقمار يراد لها أن تظل ثابتة فوق بقعة معينة من الكرة الأرضية.

(5) ينصح في هذا الموضوع بقراءة الكتابة الممتاز الذي كتبه الأستاذ حمدي قنديل بعنوان «اتصالات الفضاء» بتكليف من «اللجنة العربية المشتركة لاستخدام الشبكة الفضائية للإعلام والثقافة والتنمية» بمناسبة إطلاق القمر الصناعي العربي الأول، ويحتوي الكتاب على معلومات تفصيلية عن نشأة نظم الاتصالات الفضائية والمنظمات الدولية والإقليمية المعنية بها، وبعض المعلومات الواردة في هذا الفصل مستقاة من هذا المصدر مع تحديثها بالاستعانة بمصادر أحدث، الهيئة المصرية العام للكتاب عام 1985.

(6) حمدي قنديل «اتصالات الفضاء» الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1985.

(7) المرجع السابق.

(8) درج الاتحاد السوفييتي لأغراض سياسية وعسكرية على استخدام أرقام لسلسة أقمار كوزموس دون التمييز بين استخدامات هذه الأقمار أو ما إذا كانت أقمارا مدنية أو عسكرية، ونتيجة لذلك بلغ عدد الأرقام المسجلة لأقمار كوزموس عدة آلاف.

(9) Jane's Space Directory 1994-1995.

الباب الرابع عشر
المسح الفضائي أو الاستعمار عن بعد
إعادة اكتشاف كوكب الأرض
(٢٣ يوليو ١٩٧٢)

«إذا كانت الاتصالات الفضائية عن طريق الأقمار الصناعية هي أكثر التطبيقات إنجازا على أرض الواقع فإن المسح الفضائي أو الاستشعار عن بعد هو أكبر التطبيقات وعدا وأحفلها بالآمال لمستقبل البشرية»

إذا كان الإنسان قد استطاع عن طريق الخروج إلى الفضاء أن يطل على الكرة الأرضية التي عاش ملاصقا لسطحها ملايين السنين، وأن يتفرس في ملامحها وأبعادها، تضاريسها وجغرافيتها، قاراتها ومحيطاتها، فإن ما تعد به تقنيات المسح الفضائي ليس أقل من تمكين الإنسان من أن يتحسس سطح هذا الكوكب ويسبر غوره ليبحث فيه عن الثروات الكامنة وليعيد تشكيله ليناسب احتياجاته.

وتتركز تقنية الاستشعار عن بعد في استكشاف ورصد وتسجيل الموارد على سطح الكوكب من ماء ومعادن وغطاء نباتي وتربة وما تحت التربة، وتسجيل التغيرات التي تطرأ على هذه الموارد سواء كان هذا التغير ناتجا عن الإنسان أو عن الطبيعة. ويكون الهدف بطبيعة الحال هو التنبؤ بالتغيرات، خاصة تلك التغيرات ذات التأثير السلبي مثل الجفاف والفيضانات، وعلى المدى الطويل التصحر وتآكل الشواطىء والتلوث بمختلف أنواعه، واكتشاف موارد جديدة واستغلالها وإعطاء المؤشرات لتخطيط حركة العمران. وباستخدام هذه المعلومات أيضا فإن الشروعات الكبيرة ذات التزثير في البيئة مثل إنشاء السدود وحفر القنوات وإنشاء البحيرات الصناعية أو تجفيف البحيرات الطبيعية واستغلال المناجم يمكن أن تدرس في ضوء تكاملها مع البيئة المحيطة وتأثيراتها بعيدة المدى، كما يمكن متابعتها بحيث تعالج آثارها في إطار هذه الصورة المتكاملة.

وتعتمد تقنية الاستشعار عن بعد على حمل أنواع متعددة من المستشعرات (sensors) على متن أقمار صناعية تدور حول الأرض على أبعاد متفاوتة لتسجيل وقياس الظواهر السطحية على الكوكب. وعمليات المسح والقياس والاستشعار هذه يمكن إجراؤها بالوسائل التقليدية. غير أن الصعوبة والتكلفة الباهظة لعمل هذه القياسات على المساحات الشاسعة التي يغطيها القمر الصناعي تحول دون إمكان عملها بشكل دوري منتظم بالطرق التقليدية.

من ناحية أخرى فإن هناك بعض المناطق -مثل الجزء الجنوبي الشرقي من الصحراء العربية والمعروف بالربع الخالي- يصعب الوصول إليه تماما بالوسائل التقليدية لانعدام الطرق والآبار ووسائل الحفاظ على الحياة فيه، بينما هذا الجزء بالذات قد أمكن فيه تحقيق نتائج باهرة بالاستشعار عن بعد.

ويمكن تلخيص المزايا الفريدة للمسح الفضائي بالأقمار الصناعية فيما يلي:

1- مسح مساحات واسعة بسرعة وبشكل اقتصادي.

2- إمكان إنشاء نظم للمراقبة والمتابعة الدورية.

3- الكشف عن التغيرات البيئية البطيئة والتدريجية وكذلك الضخمة والمفاجئة.

4- تجاوز الحدود السياسية والعوائق الجغرافية مما يتيح التعامل مع العالم كوحدة بيئية وجغرافية ممتدة.

5- عدم تأثر النظام بالتقلبات الجوية، نظرا لعدم اعتماده على محطات رصد مأهولة والقدرة على اختراق الغلاف الجوي.

6- إمكان تطبيق التقنية على المناطق المناخية غير المواتية كالمنطقة القطبية والصحراء الكبرى.

7- تكوين صورة شاملة للكوكب وإمكان دراسة الظواهر الكلية (الماكروية) لأول مرة دراسة تجريبية دقيقة.

8- إمكان تطبيق تقنيات الحاسبات مباشرة على المعلومات المستخرجة مما يتيح تطوير الاستفادة من هذه المعلومات، وإمكان التعامل مع كميات هائلة من البيانات.

وإدراكا للإمكانات الواسعة لهذه التقنية (والتي ولدت بطبيعة الحال من التطبيقات العسكرية لنظم الاستطلاع) فقد بدأت الدول المهيمنة على أقمار الاستطلاع في تطوير التقنيات المصاحبة وعلى الأخص تطوير أنواع من المستشعرات لقياس أفضل لسطح الأرض.

نشأة تقنيات المسح الفضائي

هناك قصة تتعلق ببداية الاهتمام بهذه التقنية[1] تقول إن أصل تقنية

المسح الفضائي يرجع إلى عام 1963 عندما ادعى رائد الفضاء الأمريكي «جوردون كوبر» أنه استطاع من نافذة كبسولته في السفينة ميركوري أن يميز الطرق والمباني على سطح الأرض. ولم يأخذ العلماء تقريره في ذلك الوقت على محمل الجد[2]، وربما ظن الكثيرون أنه تعرض لهلوسات فضائية[3]، ولكن عندما تأكدت مشاهداته من تقارير رواد آخرين وبفحص الصور التي أظهرت تفاصيل دقيقة لسطح الأرض تنبه العلماء إلى أنهم أمام ظاهرة يمكن الاستفادة منها وبدأ التفكير في وضع هذا الاكتشاف موضع التطبيق العملي.

ونتيجة لذلك حملت أبوللو-9 (9-13 مارس 1969) مجموعة من الكاميرات التقطت صورا للأرض بعدة أطوال موجية في وقت واحد، وأظهرت هذه الصور أن هذه التقنية والتي عرفت باسم «التصوير متعدد الأطياف Mutispectral Imaging » يمكن استخدامها في عدة تطبيقات مفيدة كالتمييز بين الغطاء النباتي السليم والمصاب بالآفات، وفي عمل الخرائط الدقيقة ومراقبة التلوث والتصحر وغير ذلك.

وبدأت «ناسا» بعد مهمة أبوللو هذه في تخصيص أقمار لتطوير هذه التقنيات والاستفادة منها لدراسة موارد الأرض، وسميت هذه الأقمار «أقمار تقنيات موارد الأرض - Earth Resources Technology Satellites ERTS»، وأطلق القمر الأول منها ERTS-1 في 23 يوليو 1972 إلى مدار قطبي على ارتفاع 9900 كيلو متر بحيث يمكنه رصد المنطقة نفسها من الأرض مرة كل ثمانية عشر يوما (انظر أنواع المدارات وتطبيقاتها في الباب العاشر).

وبنجاح القمر ERTS-1 كانت هذه التقنية قد أثبتت نجاحها، ودخل الاستشعار عن بعد عالم التطبيق بإطلاق مجموعة أقمار «لاندسات Landsat» والتي كان أولها Landsat-2 بعد ثلاثة أعوام تماما في 22 يوليو 1975 (اعتبر القمر ERTS-1 هو لندسات-1).

سلسلة أقمار لاندسات

بعد نجاح الأقمار الأولى في تقنية الاستشعار عن بعد أو المسح الفضائي أطلقت «ناسا» القمر لاندسات-3 في مارس 1978 ولاندسات-4 في 16 يوليو 1982. وقد واجه لاندسات-4 مشكلات في المدار حدت من استخدامه،

ولذلك أطلق لاندسات-5 في أول مارس 1984. ولا يزال القمران لاندسات-4 ولاندسات-5 يرسلان معلوماتهما حتى الآن.

تكنولوجيا لاندسات

يقع القمران لاندسات-4, 5 في مدار دائري شبه قطبي على ارتفاع 705 كيلومترات (هذا المدار يقع في دائرة عظمى تمر بمستوى القطبين أو قريبا منهما)، وتمسح هذه الأقمار الأرض في شرائط عرض كل منها 185 كيلومترا كل 99 دقيقة. وبذلك يتم كل من أقمار لاندسات خمس عشرة دورة حول الأرض كل 24 ساعة، ويتم مسح كوكب الأرض بالكامل كل ستة عشر يوما. أي أن القمر يمسح شريطا مختلفا من الأرض في كل دورة، يوم يعود إلى البقعة نفسها بعد 16 يوما.

وترسل معلومات لاندسات إما مباشرة إلى محطات استقبال أو يتم تسجيل هذه المعلومات على شرائط عندما يكون القمر خارج منطقة الاستقبال للمحطات.

ومنذ عام 1985 تحولت عمليات لاندسات إلى عمليات تجارية تجرى على أساس اقتصادي. وأصبحت بيانات وصور لاندسات تسوّق تجاريا بوساطة شركة EOSAT وهي شركة مشتركة بين جنرال إلكتريك وشركة هيوز للأقمار الصناعية. ويمكن حاليا الحصول على معلومات لاندسات على شكل صور رقمية يمكن عرضها والتعامل معها على الحاسبات الشخصية بوساطة برامج خاصة.

القمر الصناعي الفرنسي SPOT

في 1977 قررت فرنسا دخول مجال المسح الفضائي بالأقمار الصناعية، ولما لم تجد حماسا من شركائها في وكالة الفضاء الأوروبية ESA قررت أن تنفذ المشروع بنفسها متحملة القسط الأكبر من التكلفة والجهد بمساهمة صغيرة (4٪) من كل من السويد والنرويج.

وفي 22 فبراير 1986 تم إطلاق قمر الاستشعار الفضائي المسمى سبوت والذي يرمز اسمه إلى Satellite Pour I’Observation de le Terre (SPOT) على متن القاذف الأوروبي أريان-4 إلى مدار قطبي دائري على ارتفاع 825

كيلومترا. وقد اختير مدار القمر بحيث يمر فوق البقعة نفسها كل 26 يوما، غير أن تغييرا ذكيا في تصميم الكاميرات يجعل من الممكن للقمر بينما يمر في شريط مجاور أن تميل كاميراته لتعيد تصوير الشريط السابق من الأرض. ويؤدي هذا التصميم أيضا إلى إمكان إنتاج صور ثلاثية الأبعاد للتضاريس الأرضية وهو ما يسهل رسم الخرائط الطبوغرافية.

وفي 22 يناير 1992 أطلق ثاني قمر من سلسلة سبوت في مدار قطبي مماثل للمدار الأول غير أنه متعامد عليه، وبمعنى آخر إذا تصورنا المدار الأول كأنه حلقة رأسية تحيط بالأرض وتمر بالقطبين فسيبدو مستوى المدار وكأنه يقسم الأرض إلى نصفين. ويبدو المدار الثاني كحلقة أخرى متعامدة والمداران معا يقسمان الأرض إلى أربعة أقسام.

وأدى هذا الإطلاق الجديد إلى تقليل الفترة بين مسحين متعاقبين لأي نقطة على الأرض بأحد القمرين إلى 13 يوما بدلا من 26 يوما.

تكنولوجيا أقمار سبوت

يمسح القمر سبوت الأرض في صورة شرائط عرض كل منها 108 كيلومترات. غير أن زاوية الرؤية للقمر ترصد شريطا من الأرض عرضه 120 كيلومترا، وهذا الفرق يضمن أن يكون هناك تلاحم بين الشرائط المتتالية وألا يضيع أي جزء دون مسح.

وتتكون أجهزة سبوت من كاميرتين تلسكوبيتين تغطي كل واحدة منهما شريطا عرضه 60 كيلومترا، ويمكن تحريك كل كاميرا بز اوية 27 درجة عن الرأسي وبأخذ ارتفاع القمر في الحسبان (نحو 825 كيلو مترا) فإن هذا التحكم في ميل الكاميرات يجعل من الممكن التحكم في المسافة بين الشريطين، فيمكن فصلهما بحيث تكون المسافة بينهما نحو 800 كيلومتر أو تقريبهما بحيث يتلاصقان فيكونان معا شريطا مزدوجا عرضه 120 كيلومترا. وتسمح هذه التقنية بالتركيز على تصوير المواقع المهمة على حساب المواقع غير المهمة،. أو بإعادة تصوير بعض المواقع عندما يمر القمر بمحاذاتها مرة أخرى بإمالة الكاميرا نحوها.

وبالإضافة إلى الكاميرات يحمل SPOT أجهزة التليمتري (إرسال الإشارات عن بعد) وأجهزة التحكم عن بعد لتوجيه القمر وإعادة ضبط

مساره، ثم هناك البطاريات التي تزوده بالقدرة والتي تشحن بالطاقة الشمسية حيث تلتقطها لوحات شمسية عريضة.

وهناك أيضا محركات الضبط، وهي عبارة عن خزانات للغاز ونفاثات للمحافظة على المدار ولضبط اتجاه القمر في مداره.

ويمكن التقاط إشارات القمر مباشرة إذا كان في مجال «الرؤية» من محطة استقبال أرضية، أو تسجل الإشارات على شرائط ثم ترسل مجمعة إلى محطة استقبال في تولوز بفرنسا وأخرى في السويد عندما يكون القمر في مجال رؤية هذه المحطات. وبحكم دقة صور أقمار الاستشعار «معامل التحليل Degree of Resolution» ويتوقف على قوة عدسات القمر لتوضيح المعالم الأرضية حسب أحجامها. وكانت أقمار لاندسات الأمريكية متوقفة عند معامل تحليل (30) مترا ولم تكن أمريكا تسمح بأقل من ذلك، غير أن فرنسا لم تخدم هذا الحظر، وهذه قمر سبوت الفرنسي إلي معامل تحليل من 10-20 مترا إذ تتراوح دقة صور سبوت من 10-20 مترا للتطبيقات المدنية، ومن المخطط أن تزيد هذه الدقة إلى 5 أمتار، وهي دقة عالية وبذلك يمكن في هذه الصور تمييز معالم صغيرة كالمباني والمنشآت. وقد قررت فرنسا أن تتم إدارة برنامج «سبوت» على أساس تجاري تماما دون دعم على الإطلاق حيث تباع خرائطه إلى شركات متخصصة توزعها بعد معالجتها إلى العملاء المحتاجين إليها من مختلف التطبيقات كشركات البترول أو هيئات تخطيط المدن.

استخدامات تقنية المسح الفضائي أو الاستشعار عن بعد

من الصعب حصر استخدامات تقنية المسح الفضائي، وفي كل يوم يكتشف العلماء استخدامات جديدة لها. لكن يهمنا هنا أن نوضح أن تقنية المسح الفضائي تتجاوز مجرد تصوير الأرض من تحتها، وإن كان هذا بطبيعة الحال مكونا رئيسيا من مكونات هذه التقنية، غير أن المسح الفضائي يستخدم جميع الأطوال الموجية للطيف لإنتاج صور ومعلومات لا يمكن إنتاجها بالتصوير باستخدام الطيف الضوئي وحده.

وعلى سبيل المثال تظهر هذه التقنية المناطق الدافئة من المحيط والتي تمثل بيئة ملائمة لتكاثر الأسماك بلو ن مختلف، وبذلك يمكن تحديد

مواقع الثروة السمكية، وهي معلومات لا يمكن استخراجها بالطبع من التصوير الضوئي العادي. ويمكن بهذه التقنية رسم خرائط للموارد أو التلوث أو الغطاء النباتي الملون من الخلايا أحادية الخلية البلانكتونة والبرتوزا في مراحل نموه المختلفة وهكذا مما يفوق بكثير إمكانات التصوير الضوئي العادية.

والميزة الثانية التي يحققها المسح الفضائي هي دورية وانتظام المعلومات، فالقمر الصناعي يمر على المنطقة نفسها على فترات دورية ثابتة، وبالتالي يمكن قياس التغيرات التي تحدث في الظاهرة المراد قياسها.

أما الميزة الثالثة فهي إمكان إنتاج الخرائط بوساطة الحاسبات الإلكترونية، فالمعلومات التي يحصل عليها القمر الصناعي ترسل مباشرة إلى محطات أرضية حيث تعالج ويستخرج منها خرائط متنوعة تبرز الظواهر المراد إبرازها. وتمثل هذه الميزة نفسها، وفي الوقت نفسه، إحدي الصعوبات الفنية في التعامل مع ناتج المسح الفضائي، إذ إن حجم المعلومات التي يجمعها القمر في دوراته المعتادة هائل جدا بحيث يستحيل تقريبا التعامل معه بشكل يدوي، ومن هنا لابد من تطوير برامج للحاسبات تستطيع التعامل مع هذه الصور الضوئية والرادارية والبيانات الواردة من القمر الصناعي، وتحويلها إلى معلومات مفهومة ومفيدة، ويتطلب ذلك تحليل وتفسير الصور الفضائية آليا وهو ما يدخل في مجال علم الذكاء الاصطناعي.

والآن نستطيع أن نذكر بشكل موجز بعض التطبيقات المهمة للمسح الفضائي، وهي:

1- مسح وتقدير المحاصيل الزر اعية.
2- إعداد خرائط الموارد الطبيعية.
3- الكشف عن المياه الجوفية حتى أعماق محدودة تحت سطح الأرض
4- تخطيط المدن.
5- رصد زحف المدن على الأراضي الزر اعية.
6- دراسة آثار المشروعات الكبرى مثل السد العالي في مصر.
7- رصد تلوث البحار والشواطىء.
8- تآكل دلتا الأنهار -النحر على الشواطىء.
9- رصد التصحر وزحف الرمال.

10- رصد الغابات والحرائق التي تندلع منها.
11-متابعة حركة البقع الزيتية.
12- رصد وتحديد مواقع الثروة السمكية.
13- متابعة التغير في الغطاء الجليدي.
14- رصد ومتابعة آثار الفيضانات والأعاصير والزلازل
15- رصد ومتابعة آثار الجفاف.
16- الكشف عن النباتات الممنوعة.
17- الكشف عن الآفات الزراعية.
18- رصد حركة أسراب الجراد في الصحراء.
19- اكتشاف الآثار المطمورة.
20- متابعة هجرة الحيوانات.

وكما ذكرنا فإن هذه التطبيقات يصعب حصرها وتجد فيها تطبيقات أخرى باستمرار.

ومن أمثلة هذه التطبيقات ما ذكره الدكتور فاروق الباز وهو أحد الخبراء العالميين في مجال الاستشعار عن بعد من اكتشاف أنهار قديمة جافة تحت أراضي مصر والسودان وليبيا، الأمر الذي يدل على احتمال أن يكون جزء من مياه هذه الأنهار باقيا في صورة مياه جوفية[6]. وذكر الدكتور الباز أن هذا الاكتشاف أدى إلى الاهتمام باستغلال مصادر المياه الجوفية في منطقة تسمى جبل العوينات والتي يفترض أن المياه الجوفية فيها تكفي لزراعة 200 ألف فدان لمدة 200 سنة.

رصد حركة المحيطات

من أهم تطبيقات استخدام الأقمار الصناعية رصد ودراسة حركة المحيطات كعنصر مكمل مع اليابسة من عناصر منظومة كوكب الأرض، فالمياه تغطي أكثر من ثلثي سطح كوكب الأرض، وتكون مياه المحيطات 98٪ من مجموعة ما على الأرض من ماء.

ومع التزايد المستمر لعدد سكان كوكب الأرض والاستنفاد المستمر للموارد فإن المحيطات تمثل مصدرا هائلا للموارد الغذائية والمعدنية وأيضا الماء الذي أصبح نقصه يهدد الحياة في بعض المناطق. وبصفة عامة تمثل

المحيطات مخزونا هائلا من الموارد ومصدرا لا ينضب لمقومات الحياة عموما.

ومن الغريب أن هذا المستودع الهائل للغذاء والموارد لم يتم ارتياده واكتشافه إلا قليلا، وعلى السطح فقط بحكم صعوبة هذا الاستكشاف واتساع المحيطات ووجود مناطق نائية شاسعة بها لم يصل إليها الإنسان بأي من الطرق السطحية من قبل. ومن هنا تحتل تقنيات الأقمار الصناعية أهمية كبيرة في مسح موارد المحيطات والبحار وتكوين معلومات صحيحة ودقيقة عنها وتحديد المناطق التي يمكن التركيز عليها بالطرق السطحية التقليدية بعد ذلك. كما أن حركة المياه في المحيطات تؤثر تأثيرا بالغا في مناخ موكب الأرض، بل إن مناخ الكوكب هو نتاج مباشر لتفاعل هذه الكتلة الهائلة من المياه مع اليابسة.

وهناك نوعان من الحركة للمياه في المحيطات، حركة كبيرة (ماكروية) وحركة محلية، وتنقل الحركة الماكروية للمياه الحرارة من المناطق الاستوائية إلى المناطق القطبية، وتؤثر بذلك في المناخ وفي معدلات ذوبان الثلوج. أما السفن الكبيرة مثل ناقلات البترول فهي إما تستخدم أو تتجنب في حركتها التيارات المائية في تخطيطها للمسار الأمثل توفيرا للوقود والوقت، وبذلك فإن دراسة حركة تيارات المحيط تعتبر ضرورة لمثل هذا التخطيط.

ويدخل في تأثير حركة التيارات أيضا حركة البقع الزيتية الملوثة للمحيط والمدمرة للحياة البحرية والتي تقذفها التيارات إلى شواطىء المحيطات مسببة بذلك دمارا لا يحد، مثل بقعة آلاسكا الشهيرة ومثلما حدث من تلوث سواحل الخليج خلال حرب تحرير الكويت.

وتستخدم دراسات الأقمار الصناعية للمحيطات في رصد التنبؤ بحركة الأفواج السمكية الكبيرة ومناطق تجمع الأسماك وهو أمر بالغ الأهمية الاقتصادية للدول التي يعتمد جزء من اقتصادها على الصيد مثل اليابان والنرويج.

أقمار دراسة المحيط

ورغم أن هذا النوع من الرصد والدراسة كان موجودا من قبل عن طريق القياسات التي تجرى باستخدام البالونات أو كنتائج ثانوية لقياسات الأقمار

الصناعية الأولى، فإنه أخذ دفعة كبيرة بإطلاق أقمار صناعية متخصصة لدراسة المحيط.

وقد أطلق أول قمر صناعي متخصص لدراسة المحيطات في 26 يونيو 1978 وهو القمر الأمريكي Seasat. وأطلقت بعده وكالة الفضاء الأوروبية ESA قمرا للغرض نفسه هو ERS-1 الذي أطلق على متن القاذف أريان-4 في 16 يوليو 1991 في مدار على ارتفاع 777 كيلومترا بدورة قدرها خمسة وثلاثون يوما وثلث اليوم (أي أن القمر يعيد رصده للنقطة نفسها بعد هذه الفترة).

وقد حقق هذا القمر نتائج كبيرة في مجال رصد المحيطات حيث أظهر أن المحيطات لها تضاريس تشبه تضاريس اليابسة، وليس المقصود بهذه التضاريس قاع المحيط تحت الماء، ولكن المقصود هو تضاريس سطح الماء نفسه. فقد ظهر أن المحيط ليس سطحا منتظما متساوي الارتفاع في كل مناطقه باستثناء ارتفاعات الأمواج المحلية، بل إن هناك مناطق شاسعة في المحيط يرتفع سطح الماء فيها عن المستوى العام للمحيط بنحو 100 متر وأخرى ينخفض السطح فيها بمثل هذه القيمة. ويرجع السبب في هذا التباين الكبير في السطح والذي لم يكن من الممكن اكتشافه سوى بالأقمار الصناعية إلى الاختلاف في مجال الجاذبية والتضاريس الأرضية تحت الماء في مناطق مختلفة من المحيط.

وتم بناء على هذه القياسات رسم خريطة لسطح المحيط تبين منها أن هناك جبالا من الماء في حجم القارات يقع أحدها إلى الشمال الشرقي من أستراليا ويصل ارتفاع سطح الماء فيه إلى خمسة وثمانين مترا فوق المستوى المتوسط للمحيط، وأخرى إلى الغرب منها بالقرب من الهند ينخفض سطح الماء فيها عن المستوى القياسي لسطح المحيط بنحو 105 أمتار، وبذلك يبلغ التباين بين ارتفاعي سطح الماء في هاتين المنطقتين المتجاورتين إلى نحو 190 مترا[7].

وقد تكلف برنامج الأقمار الأوروبية ERS المخصصة لدراسة المحيطات 860 مليون دولار، ويشترك في دراسة بياناتها وتحليلها عدة آلاف من علماء المحيطات والأقمار الصناعية من جميع أنحاء العالم. وقد كان المتوقع أن يطلق قمر ثان من مجموعة ERS نفسها هو ERS-2 في عام 1995.

وهناك مشروع أمريكي - فرنسي لإطلاق أقمار لدراسة المحيطات تحت اسم توبيكس ـ بوسيدون Topex- Posidon وقمر كندي يسمى رادارسات. ومن روسيا هناك القمر أوكيان OKEAN والمخصص لمراقبة الغطاء الجليدي ورصد التغيرات فيه بدقة 30 كيلومترا، وينتظر أن تطلق أقمار أخرى بدقة أعلى في المجموعة نفسها.

كيف تعمل أقمار رصد المحيطات؟

تستخدم الأقمار الصناعية المخططة لرصد المحيطات وأقمار الاستشعار عن بعد بصفة عامة الإشعاع الكهرومغناطيسي في مناطق مختلفة من الطيف مقاسة بالتردد (هرتز).

والموجات في مناطق الطيف المختلفة لها خصائص مختلفة يمكن استخدامها للقياس والرصد .فالأشعة تحت الحمراء تنبىء عن تغيرات حرارية، والأشعة الضوئية تستخدم في التصوير النهاري العادي بينما الأشعة الميكروية متناهية القصر تتمتع بخصائص اختراق عالية ولا تتأثر لذلك بالغلاف الجوي. وتحمل الأقمار الصناعية المخصصة لدراسة المحيطات أجهزة علمية لقياس ورصد وتصوير العناصر التالية:

1- سرعة الرياح.
2- رسم التضاريس السطحية للمحيط.
3- قياس درجة حرارة السطح.
4- قياس الموجات السطحية والعميقة للمحيط.
5- تحديد التيارات الرئيسية في المحيط.
6- رصد الدوامات المحيطية.
7- رصد الحدود الجبهية Frontal Boundaries.
8- رصد وقياس حركة الثلج.
9- رصد ومتابعة البقع الزيتية.
10- رصد ومتابعة الثروة السمكية والحياة البحرية.

تآكل الدلتا وتلوث الشواطىء

من التطبيقات المهمة لاستخدام الأقمار الصناعية دراسات تآكل دلتا

الأنهار وتآكل الشواطئ وتلوثها بالمخلفات الصناعية، وتدخل كلها تحت بند التفاعل بين البحار واليابسة. فمن المعروف أن عددا من دلتا الأنهار تتآكل وتفقد خصائصها نتيجة عدوان البحر عليها ومنها دلتا نهر النيل التي فقدت عنصر تجديدها وهو الطمي الذي كان يجلبه فيضان نهر النيل من هضبة الحبشة والذي توقف بعد مشروع السد العالي.

وتتيح الصور الفضائية الملتقطة من الأقمار الصناعية تقييما دقيقا لتآكل الدلتا وزحف البحر عليها. وبذلك يمكن اتخاذ الإجراءات الوقائية والعلاجية اللازمة. ومن ناحية أخرى يمكن عن طريق هذه الصور الفضائية تحديد كميات ومدى انتشار الملوثات الصناعية وتأثيرها في الحياة البحرية وفي تكوين الماء في المناطق التي تصرف إليها، وتستخدم هذه التقنيات حاليا بصورة روتينية في العديد من دول العالم.

استخدام الأقمار الصناعية في الكشف عن الآثار

يعد هذا الاستخدام من النتائج المثيرة وغير المتوقعة للاستشعار عن بعد، خاصة أنه يتعلق باكتشافات لم يكن من الممكن كشف النقاب عنها بأية تقنية معروفة أخرى، ونترك الحديث هنا إلى المقال المنشور في مجلة (Science 111ustrée) والمترجم في مجلة «الثقافة العالمية» الكويتية[8] والذي نورد فيما يلي أجزاء منه مختصرة وبتصرف.

علم الآثار وتكنولوجيا الفضاء

خلال قرون عديدة ماضية ظلت صحراء عمان معبرا للقوافل وإذا كانت مسارات طرق القوافل هذه غير ظاهرة للعيان على الأرض، فقد بدت واضحة في الصور التي التقطتها الأقمار الصناعية من الفضاء. وعند التقاء هذه المسارات هناك احتمال كبير جدا في اكتشاف أطلال قديمة.

تقوم حاليا بعثة استكشافية بالتنقيب على الساحل الشرقي من شبه الجزيرة العربية، في سلطنة عمان، عما يعتقد أنه بقايا المدينة الأسطورية «أوبار UBAR» التي ورد ذكرها في القرآن الكريم باسم ﴿**إرم ذات العماد**﴾. وقد اكتشف علماء الآثار هذا الموقع التاريخي اعتمادا على الأرصاد الجوية والفضائية. فعلى الأرض لم يكن هناك أي أثر يدل على وجودها.

وفي هذه المنطقة من العالم حيث تجد جميع آثار الماضي وقد طمرت تحت طبقات سميكة من كثبان الرمال، وبالاستعانة بأجهزة للاستشعار عن بعد وبأجهزة تصوير محمولة فوق مناطيد أو محطات فضائية، وجد الباحثون أنفسهم وقد تسلحوا بوسائل كشف جديدة وفعالة. ففي هذا الموقع حيث لا تدل المشاهدات الأرضية على أي مؤشر، تجد الوثيقة التي يعطيها الرادار أو الصور الملتقطة من الفضاء وقد أظهرت بوضوح وجود أطلال حضارة غابرة.

ويعود الفضل الأول في اكتشاف مدينة «أوبار» إلى الرادار SIR الذي استخدم للمرة الأولى عام 1981. وفي عام 1981 قام مكوك الفضاء الأمريكي «تشالينجر» بسبر غور المناطق التي حلق فوقها خاصة الصحراء الكبرى بدءا من مصر وتشاد ومرورا بالسودان وليبيا، وذلك بالاستعانة برادار يستخدم طول موجة قدره 22,5سم. ويعد هذا الجزء من الصحراء أكثر مناطق العالم جفافا على الإطلاق، ففي بعض أنحائه لم يسجل هطول المطر سوى مرة واحدة خلال 40 عاما، وعلى الأرض ترى الأفق دون أي تضاريس.

وكم كانت دهشة العلماء والمتخصصين في هذه المنطقة كبيرة عندما عرضت عليهم الخرائط التي سجلها الرادار. فقد لاحظوا باستغراب شديد وجود آثار نهر ضخم كان حجمه أكبر من حجم نهر النيل الحالي، وكان متصلا بشبكة كثيفة من الروافد والبحيرات قبل أن تنضب مياهه.

وقد أصبح تكوين مثل هذه الصور السلبية ممكنا، إذ إن الموجات القصيرة ـ السنتيمترية - الصادرة من مكوك الفضاء أو القمر الصناعي تخترق التربة الخالية تماما من الماء إلى عمق أمتار عديدة حتى تصطدم بالصخور الصلدة تحت التربة والتي تعكس هذه الموجات. ولذلك فإن الصور الضوئية الملتقطة من الطائرة لا تكشف شيئا.

بعد أن تزود الباحثون بهذه المعلومات هرعوا إلى الموقع وشرعوا بالتنقيب معيدين بذلك مشهدا يتراوح عمره بين أربعين ألف إلى مائة ألف سنة. وكانت الصحراء آنذاك سهولا كثيفة العشب غزيرة المياه. وقد أظهرت التنقيبات حول ما كان في الماضي ضفاف النهر وجود آثار مساكن وسط أنقاض تدل على نشاط إنساني مثل فؤوس ورؤوس سهام.

وفي عام 1984 أعيدت التجربة فوق شبه الجزيرة العربية باستخدام رادار محسن، وقد دلت الصور على وجود المدينة المطمورة «أوبار» أو «إرم». فقد رصد الرادار آثارا دقيقة للغاية لمسارات قوافل عبر مئات الكيلومترات في صحراء شبه الجزيرة العربية. فعلى مر العصور، سلكت الجمال المسارات ذاتها مما جعل رمالها وحصاها أكثر نعومة من المواد المحيطة بها. وتتأثر أصداء الرادار بهذا الاختلاف فتظهر مسارات القوافل كخطوة فاتحة.

وقد هرع الباحثون إلى الحصول على خريطة لخطوط سير القوافل القديمة، فلاحظوا أن كثيرا منها يتقاطع في نقطة واحدة. وسرعان ما انتقلوا إلى الموقع على الطبيعة غير أنهم لم يشاهدوا ما يلفت النظر، ولكن على عمق عدة أمتار تحت سطح الرمال كانت تربض أطلال مخزن وخان لإيواء القوافل. كما وجدت أطلال أخرى في موقع قريب دلت على وجود تجمع سكاني مهم. أ. هـ.

مراجع وهوامش

(الباب الرابع عشر)

(1) Space Exploration - Chambers Encylopedic Guides, (PP 139) Chambers, N.Y ,. 1992

(2) تكرر موضوع الهلوسات الفضائية في بداية رحلات الفضاء مع عدة ظواهر ثبت فيما بعد أنها ظواهر طبيعية لم تكن معروفة حتى ذلك الحين.

(3) تذكرنا هذه القصة بطبيعة الحال بقصة «زرقاء اليمامة» من تراثنا العربي، غير أن نهاية قصة زرقاء اليمامة كانت أكثر مأساوية من قصة جوردون كوبر.

(4) مجلة أكتوبر القاهرة، 2 أبريل 1995.

(5) مجلة Aviation week and Space Technology October 24.

(6) «علم الآثار وتكنولوجيا الفضاء» ترجمة نبيل حسون، مجلة «الثقافة العالمية» عدد يوليو 1994.

الباب الخامس عشر
مشكلات غير متوقعة في المدار
الحطام الفضائي

«كما أن التكنولوجيا تقدم لنا طفرات كبيرة في التعامل مع العالم من حولنا فإنها أيضا تأتي لنا بمشكلات فريدة وأحيانا غير متوقعة..»

إذا كان المثل العربي الشائع يقول إنه لا توجد ورود دون أشواك فإنه في مجال التكنولوجيا يمكننا أن نقول إنه لا تقدم دون آثار جانبية. غير أن الآثار الجانبية لتقنيات الأقمار الصناعية هي من نوع طريف حقا مثل ازدحام الفضاء بمخلفات وحطام الأقمار الصناعية والسفن الفضائية. وإذا كنا لا يسعنا أن نغفل المفارقة بين كلمتي «ازدحام» و«فضاء» فإن العلماء المشغولون بهذه المشكلة قد لا يرون فيها مشكلة طريفة على الإطلاق، بل مشكلة واقعية يمكن -إن تركت دون مواجهة- أن تهدد مستقبل الإنسان في الفضاء.

وترجع المشكلة إلى أن هناك حاليا ملايين من أجزاء الصواريخ والأقمار المتخلفة عن مئات الإطلاقات والرحلات الفضائية، وتخلق هذه الأجزاء المحلقة في المدار مشكلة كبرى للأقمار الصناعية ومحطات الفضاء العاملة لاحتمال اصطدامها بها.

وليست هذه المشكلة مجرد احتمال، فقد اضطر القائمون على توجيه مكوك الفضاء إلى تغيير مساره في عدة رحلات ليدور حول أجسام فضائية سابحة لتفادي التصادم، كما أن قمرا أمريكيا واحدا على الأقل قد دمر نتيجة اصطدامه بجسم شارد[1]. ومن ناحية أخرى فقد سجل العلماء انفجارا ضخما وغامضا للقمر الصناعي كوزموس- 1275 وهو قمر ملاحة سوفييتي[2] على ارتفاع 1000 كيلو متر بعد سبعة أسابيع فقط من إطلاقه، ويظن أن الانفجار كان نتيجة ارتطامه بجسم صناعي متحرك بسرعة كبيرة.

وقد قدرت وكالة ناسا أخيرا أن احتمال تحطم سفينتها الفضائية «ألفا» والمقرر إطلاقها عام 2000 خلال السنوات العشر التالية لإطلاقها نتيجة لارتطامها بجسم فضائي تبلغ 10٪[3]، وهي نسبة عالية بطبيعة الحال، ولا يمكن تجاهلها في التخطيط لأي مهام مستقبلية. وقد بلغ الاهتمام بهذا الموضوع أن عقد في سبتمبر 1994 مؤتمر للحطام الفضائي في جامعة «كنت» البريطانية لمناقشة المشكلة واقتراح الحلول قبل تفاقمها إلى الحد

الذي تصعب معه المواجهة.

من أين يأتي الحطام الفضائي؟

وبخصوص مصدر هذا الحطام فلعلنا نذكر أن الحمولة المفيدة من أي قاذف قد لا تتجاوز 2٪ من وزن الصاروخ، ورغم أن الجزء الباقي أكثره وقود يتم إحراقه خلال رحلة الصعود إلى المدار، فإن الجسم الذي يحتوي على الوقود والذي يتكون عادة من مراحل متعددة يتم التخلص من أجزائه تباعا في الفضاء. ومعظم هذه الأجزاء يتم احتراقها في الغلاف الجوي خلال رحلة السقوط تحت تأثير الجاذبية، غير أن جزءا منها يصل إلى مدار مستقر يظل يدور فيه حول الأرض إلى أمد بعيد.

من ناحية أخرى فقد تضطر ظروف بعض الإطلاقات الفضائية القائمين عليها إلى تفجير الصاروخ أو الحمولة الأمر الذي يؤدي إلى أن تتأثر مكوناتها في الفضاء مضيفة إلى الحطام الذي يسبح هائما في المدارات. وفي فترة اختبار مشروع مبادرة الدفاع الإستراتيجية المعروفة باسم «حرب الكواكب»، والذي توقف العمل فيه بعد انهيار الاتحاد السوفييتي، تم تفجير عدد من الأقمار الصناعية لاختبار التقنيات المستحدثة في ذلك المشروع.

آلاف القطع الكبيرة وملايين القطع الصغيرة

ويقدر الحطام الموجود حاليا في المدارات المختلفة بنحو ثلاثة آلاف طن، وتتراوح هذه الأجزاء في حجمها بين أقمار صناعية معطوبة أو خرجت من التشغيل يصل حجمها إلى حجم الأوتوبيس وحبيبات صغيرة من الوقود الصلب المتخلف عن الصواريخ.

وهناك أكثر من ثلاثة وعشرين ألف جسم تم إطلاقها للفضاء منذ رحلة سبوتنيك-1 في أكتوبر 1957. ومن هذه الأجسام فإن أكثر من ثلاثة عشر ألفا تم إطلاقها إلى مدارات منخفضة، ومع الوقت فإنها تدخل أكثر وأكثر في مجال الجاذبية الأرضية وفي النهاية تسحبها الأرض إلى داخل الغلاف الجوي حيث تحترق. وبقي من هذه الأجسام سبعة آلاف وخمسمائة جسم فضائي كبير يبلغ قطرها أكثر من متر، منها ألفا قمر صناعي (ضمنها نحو ثلاثمائة وخمسين قمرا عاملا) وعدد كبير من أجزاء الصواريخ المستهلكة.

وبالإضافة إلى ذلك فهناك عدد كبير من الأجسام الناتجة عن انفجار الصواريخ وأغلفة الحمولات التي يتم التخلص منها وغير ذلك. ويبلغ العدد الإجمالي للأجسام التي تم حصرها من هذه الأنواع كلها أكثر من سبعين ألف قطعة ويزيد هذا العدد بمقدار مائتين كل عام. وبالنسبة للأجزاء الكبيرة من هذا الحطام فإنه يمكن رصدها عن طريق الرادار وحصرها وتصنيفها في كتالوجات كما يفعل الفلكيون مع الأجرام السماوية الطبيعية، ويمكن عندئذ متابعة حركتها ومداراتها لتفادي الاصطدام بها.

ولأن معظم هذا الحطام متخلف عن أقمار صناعية، فإنه يدور في اتجاه دوران هذه الأقمار نفسها وهو عادة من الغرب إلى الشرق. ويقلل هذا من احتمال الاصطدام بأقمار في المدار نفسه. غير أن الأقمار الصناعية في مدار ما قد تصطدم بالحطام من مدار آخر متقاطع معه ويكون الاصطدام شديدا. ويمكن تشبيه الموقف هنا بسباق في الجري حول مضمار معين، ويكون السباق في حارات متجاورة، ونرى عندئذ أن احتمال اصطدام المتسابقين ببعضهم وهم يجرون متتابعين في اتجاه واحد ليس كبيرا، ولكن احتمال التصادم يأتي إذا كان هناك متفرجون أو متسابقون آخرون يجرون في اتجاهات متعارضة تتقاطع مع خطوط السباق الأصلي.

وهناك مشكلة خاصة تتعلق بالمدار «الثابت» أو «المتزامن مع حركة الأرض» فإنه مع تزايد الأقمار الموضوعة فيه يتعين تخصيص مواقع محددة لكل قمر حتى لا يتداخل في إرساله مع أقمار أخرى وحتى لا تنفرد دولة أو مجموعة من الدول باستغلال هذا المدار دون غيرها. ولهذا فقد أنشئت لجنة دولية بغرض تنسيق وضع الأقمار الصناعية في المدار «الثابت»، وتقوم هذه اللجنة بتلقي الطلبات من الدول والمنظمات الأعضاء -مثل عربسات مثلا- لتخصيص موقع لها فوق منطقة معينة لعزمها على إطلاق قمر في هذا الموضع مستقبلا، وتتولى اللجنة أيضا تخصيص الترددات التي تذيع عليها هذه الأقمار.

ومن هنا نرى أن هذا كثافة الحركة في المدار الثابت أعلى منها في أي مدار آخر. ويزداد هذا الازدحام عاما بعد عام. ولكن لأن الأقمار كلها تتحرك في اتجاه واحد وبسرعة ثابتة وبطيئة نسبيا فإن هذا المدار لم يسجل حتى الآن أي حوادث تحطم أو اصطدام لأقمار صناعية.

آثار الاصطدام المداري

لتقدير آثار الاصطدام في المدار يجب أن نضع في اعتبارنا السرعات الكبيرة التي تتحرك بها هذه الأجسام، سواء أجزاء الحطام أو القمر الصناعي نفسه. وتبلغ هذه السرعة في المتوسط مابين 17,500 إلى 25 ألف ميل في الساعة أو نحو عشرة كيلومترات في «الثانية» وهي سرعة هائلة إذا ما قيست بمقاييس سرعاتنا الأرضية. وعند هذه السرعات تبلغ الصدمة الناتجة من جسم في حجم حبة الأسبرين قوة الصدمة نفسها الناتجة من سيارة صغيرة تتحرك بسرعة 60 ميلا في الساعة.

وبطبيعة الحال فإنه كلما زاد حجم القمر الصناعي أو المحطة الفضائية زاد تعرضه لخطر الاصطدام بقطعة من الحطام. ولذلك فإن المحطة الفضائية «ألفا» تواجه خطرا أكبر من المعتاد لحدوث هذا الاصطدام، وهو السبب الذي جعل قدرا كبيرا من التركيز والاهتمام يتحول نحو دراسة هذه الظاهرة. وتحتل محطة الفضاء «ألفا» حجما تصل أبعاده إلى أبعاد ملعب لكرة لقدم، وتتميز بعدد كبير من الألواح الشمسية الممتدة لإمدادها بالطاقة مما يزيد من تعرضها لخطر الاصطدام.

لكن من بين كل الأجسام الخطرة التي تجوب الفضاء فإن أكثرها خطورة هي الأجزاء الصغيرة التي يتراوح قطرها بين سنتيمتر واحد وخمسة عشر سنتيمترا. وتنتج هذه الأجسام الصغيرة والتي يصعب رصدها بالرادار من انفجار بقايا الوقود في مراحل الصاروخ المستهلكة والذي ينتج عنه تفتت غلاف المرحلة إلى أجزاء صغيرة.

وأخيرا فإن هناك أكثر من ثلاثة ملايين قطعة صغيرة لا يتعدى قطرها جزءا من السنتيمتر. ولا تقل خطورة الاصطدام بهذه الجزيئات الضئيلة كثيرا عن خطر الاصطدام بالأجسام الكبيرة، بل إنها تمثل الخطورة الأكثر احتمالا، ففي الرحلة السابعة لمكوك الفضاء أبلغ طاقم المكوك عن وجود أثر اصطدام قطره أربعة ميلليمترات على إحدى نوافذ المركبة، وعند تحليل آثار الارتطام بعد عودة السفينة وجد أنها نتجت من قطعة شاردة من طلاء قمر صناعي بقطر 0,2 من الملليمتر. وبطبيعة الحال فإن خطورة الحادث تكمن في أنه كان من الممكن أن يدمر النافذة بما يتبع ذلك من عواقب غير منظورة.

مكنسة فضائية لالتقاط الحطام وحلول أخرى

بعد أن أصبح خطر الاصطدام بالحطام الفضائي واقعا محققا دخلت المشكلة في بؤرة الاهتمام، خاصة أنها أصبحت تمثل خطورة على حياة رواد الفضاء، وهو أمر لا يمكن المجازفة به. وفي الوقت الحالي لم يستقر العلماء تماما على ما يمكن عمله لحل هذه المشكلة. وهناك عدة حلول قيد البحث، فهناك اقتراح بتخصيص مدار خاص يعمل كمقبرة للحطام الفضائي ويتم تحويل الأقمار المنتهي عمرها إليه بعيدا عن الأقمار العاملة. كما أن هناك إمكان قذف المراحل الصاروخية خارج المدار لتسحبها جاذبية الأرض بعد أن تطلق حمولتها. ويتطلب ذلك بطبيعة الحال تزويد تلك المراحل بنافثات إضافية تعمل على تحويلها خارج المدار.

وقد لوحظ أن القسم الأكبر من الحطام الفضائي ينتج من انفجار المراحل الصاروخية المستهلكة بعد أن تطلق حمولتها نتيجة بقايا الوقود فيها. فمثلا نتج عن انفجار سبعة من صواريخ المرحلة الثانية للقاذف «دلتا» حوالي ثلث مجموع الحطام في الفضاء. وقد حدثت بعض هذه الانفجارات بعد ثلاثة أعوام من إتمام هذه القاذفات مهمتها الأصلية بنجاح. ويتم حاليا إعادة إشعال هذه المراحل الصاروخية بعد إطلاق حمولتها لتخليصها من الوقود المتبقي.

غير أن الحل الحاسم للمشكلة يكمن في تنظيف المدارات بالتقاط هذا الحطام، والتخلص منه بطريقة آمنة. وقد يستطيع مكوك فضائي مزود بذراع آلي أن يقوم بهذه المهمة. وقد ظهرت أخيرا بعض نتائج الأبحاث في هذا الصدد، أعلن أحد العلماء في جامعة أريزونا بالولايات المتحدة[4] عن اختراع «مكنسة» فضائية تقوم باصطياد الأقمار الصناعية الشاردة وتفصل الأجزاء القابلة لإعادة الاستخدام منها مثل المرايا الشمسية، وتضع الباقي في سلة يمكن إرسالها للغلاف الجوي لتحترق.

ورغم أن الحل النهائى والأمثل للمشكلة لم يظهر بعد، فإنه أصبح واضحا أنه لا يمكن تأجيل التفكير فيها كثيرا. ذلك أنه إن لم نفكر في حل هذه المشكلة الآن واستمر العالم في إطلاق الأقمار بالمعدل نفسه دون طريقة مضمونة للتخلص منها بعد انتهاء عمرها، فإننا سنصل قريبا إلى مرحلة لا يمكن فيها إطلاق قمر صناعي مع قدر معقول من الاحتمال أنه

سيكمل مهمته دون الاصطدام بحطام أقمار صناعية أخرى. وإذا حدث ذلك فسوف يكون خطأ نتيجته تعويق برنامج الفضاء في الوقت نفسه الذي أصبح من الممكن تسخيره بكفاءة لخدمة الإنسان.

هوامش ومراجع

(الباب الخامس عشر)

(1) The Sunday Times, 21 August 1994.

(2) موسوعة كمبردج للفضاء، 1990، مطابع جامعة كمبردج.

(3) مرجع سابق.

(4) جريدة الأهرام، 6 يناير 1995.

الباب السادس عشر
الجوانب القانونية والتشريعية
لاستخدام الفضاء

على الرغم من أن غزو الفضاء واستكشافه قامت به مجموعة صغيرة من الدول المتقدمة، فإن الفضاء نفسه يظل ملكا لشعوب الأرض جميعها وليس من حق أي دولة أو مجموعة من الدول الاستئثار بفوائده.

ومن هنا نشأت الحاجة إلى تقنين الفضاء، ووضع المعاهدات الدولية التي تحكم استخدامه. و تم لهذا الغرض إنشاء لجنة تابعة للأمم المتحدة سميت «لجنة الأمم المتحدة للفضاء» لوضع القواعد التي تحكم الاستخدامات السلمية للفضاء. وفي عام 1967 تم توقيع معاهدة الفضاء الخارجي Outer Space Treaty. وهذه القواعد تشمل مسائل عديدة ومتنوعة تتراوح بين وضع مفاعلات ذرية في الفضاء إلى مسائل تعريفية وإجرائية وقانونية مثل تحديد ارتفاع الفضاء فوق دولة ما إلى تقسيم وتنظيم استخدام الموارد المحدودة في الفضاء مثل المدار الجغرافي الثابت.

وهناك أيضا «الاتحاد الدولي للاتصالات» ويختص بتنظيم الأمور المتعلقة بالاتصالات الفضائية.

وهناك أمور لم يتم تنظيمها بشكل عالمي بعد، مثل محطات الفضاء أو إطلاق المسابر الكونية أو القاذفات الفضائية، وإن كان لكل دولة أن تضع لنفسها القوانين المنظمة لهذا النشاط وأن تدخل في اتفاقيات ثنائية أو جماعية لتنظيم مثل هذه القضايا.

المجال الفضائي الإقليمي

ومن أهم القضايا التشريعية في هذا المجال تحديد تعريف الفضاء، وهناك اتفاق على أنه فوق كل منطقة جغرافية هناك مايسمى بـ «المجال الجوي» ويخضع -مثل المياه الإقليمية- لقوانين الدولة التي ينتمي إليها ولا ينبغي انتهاكه دون إذن هذه الدولة. وبعد ارتفاع معين فإن الفضاء فوق تلك المنطقة الجغرافية يخرج عن كونه مجالا فضائيا وطنيا أو (فضاء إقليميا) إلى كونه (فضاء دوليا) تحكمه -مثل المياه الدولية- تشريعات دولية، وكان الاختلاف في تحديد حدود هذا الفضاء.

وبطبيعة الحال فإن هناك مصالح متعددة تحكم هذا التحديد. فلو حدد ارتفاع الفضاء الإقليمي بمسافة معينة -ولتكن 100كم مثلا- فإن هذا يعني أن أي نشاط فضائي يجري تحت هذا الارتفاع يكون خاضعا للدولة

ويتطلب إذنا منها. وعندئذ فإن هذا الحظر أو هذا الإذن سوف يمتد إلى أنشطة الإطلاق الفضائي من دولة مجاورة أو بعيدة يمر مسار قاذفاتها بالمجال الفضائي لدولة أخرى.

وتخشى الدول ذات النشاط الفضائي الكثيف أن تؤدي هذه التشريعات إلى الحد من نشاطها أو إلى ضرورة الإعلان عن أنشطة سرية أو إلى اضطرارها إلى دفع رسوم لحق المرور.

المدار الجغرافي الثابت

طالب عدد من الأقطار الاستوائية بحقوق السيادة على هذا المدار الذي يقع فوق حدودها الجغرافية، وطالبوا بتعويضات مالية في مقابل استخدام هذه «الثروة الطبيعية». ولا تعترف معظم دول العالم بهذا الادعاء معتمدين على المادة 2 من «معاهدة الفضاء الخارجي» والتي تنص على أن «الفضاء الخارجي ليس موضوعا للتقسيم بين الدول سواء بادعاءات السيادة أو حق الاستخدام أو الوجود أو أي ادعاءات أخرى».

من ناحية أخرى فإن الترددات التي تخصص للإرسال من هذه الأقمار محدودة أيضا ولذلك كانت موضوعا للاتفاقيات الدولية في مؤتمر «الاتحاد الدولي للاتصالات» عام 1971.

الاستشعار عن بعد والمسح الفضائي

هل من حق أي دولة تملك التقنية الفضائية أن تصور وتستشعر ماهو داخل الحدود الجغرافية لدولة أخرى؟ وهل هناك أي حدود لمثل هذا الاستخدام للتقنية الفضائية؟ من الطبيعي أن يكون هذا السؤال المثير محل مناقشة موسعة بين العديد من الدول التي تملك التقنية وتلك التي تريد الاستفادة منها أو حتى حجب المعلومات داخل حدودها حتى يتسنى لها الوصول إلى المستوى الذي يسمح لها بالاستفادة منها استفادة كاملة.

وقد تطورت هذه التقنية تطورا سريعا وتعددت مجالات استخدامها كما رأينا في الباب المخصص لذلك، كما أنها دخلت حديثا -خلال عشر السنوات الماضية- مجال الاستغلال التجاري. فالصور الناجمة عن المسح الفضائي لأقمار سبوت الفرنسية ولاندسات الأمريكية تباع دون قيود

وتستخدمها جهات عديدة.

طرح هذا الموضوع على لجنة الأمم المتحدة، وتم الوصول إلى اتفاق جماعي فيه يقضي بأن حرية التصوير غير مقيدة استنادا إلى سابقة اتفاق بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي في اتفاقية الحد من الصواريخ الباليستية Anti-Ballistic Missile (ABM) Treaty في عام 1972 في عهد الرئيس الأمريكي الأسبق ريتشارد نيكسون والتي تنص على أن «أيا من الدولتين لا تتدخل في وسائل الاستطلاع لدى الدولة الأخرى».

لكن هناك وجهة نظر في الأقلية تعارض هذا الحق المفتوح وتطالب بسيادة الدول على المعلومات المتعلقة بمواردها الوطنية، ولكن حيث إن هذه الدول على أي الأحوال عادة من الدول «المراقبة» -بفتح القاف- والتي لا تملك قدرات ذاتية في الفضاء فإنه من المشكوك فيه أن تستطيع تغيير هذه التشريعات لصالحها. ويبقى سطح الأرض وما تحت الأرض مفتوحا بلا حدود للمراقبة والاستطلاع، محدودا فقط بدقة وسائل الاستطلاع والاستشعار والتي تتزايد بشكل مطرد يوما بعد يوم.

وهناك قضية أخطر وأكثر غرابة، وهي تكشف عن المخاطر التي تحيق بما يسمى الدول النامية، والتي هي في الواقع خارج نطاق التكنولوجيا والتأثير، وهي قضية حق نقل المعلومات الاستطلاعية إلى طرف ثالث، .وبعبارة أخرى هل من حق دولة ما (أ) والتي تملك معلومات الاستطلاع عن دولة أخرى (ب) أن تسلم هذه المعلومات لدولة ثالثة (ج).

بطبيعة الحال يمكننا أن نفترض أن الدولتين (ب)، (ج) في حالة عدم توافق. سيفترض قارئنا العربي، الذي هو عادة من الدولة (ب)، أن تسليم الدولة (أ) المعلومات للدولة (ج) هو عمل يدخل في نطاق الأعمال العدائية وأنه سيكون محظورا طبقا للقانون الدولي، وسيفاجأ قارئنا بأن هذا الافتراض ليس صحيحا.

ففي عام 1982 وبعد أن كان هذا الموضوع محل اعتراض الدول النامية في عدة جولات للأمم المتحدة ولمدة سنوات طويلة غيرت البرازيل -وهي دولة نامية- موقفها وتقدمت باقتراح يسلب حق الدولة «المراقبة» الإذن بتوزيع المعلومات الخاصة بها. ولتغطية هذا الموقف الغريب أضافت البرازيل اقتراحا بحق الدولة (ب) في الاطلاع على المعلومات الخاصة بها والتي

تسلم للدولة (ج)، ولكن هذا الاقتراح سقط في التصويت النهائي وأصبح حق الحصول وتوزيع المعلومات مفتوحا ومطلقا بمقتضى القانون الدولي.

والمشكلة الثالثة فيما يختص بالاستشعار والمسح الفضائي هو الشروط التي بمقتضاها يكون للدولة الحق في الاطلاع على المعلومات الخاصة بما هو داخل حدودها. ومن الطبيعي أن تتوقع الدول النامية أن يكون من حقها الحصول على المعلومات عن أراضيها بمقتضى شروط تفضيلية، وقد عرضت الدول النامية أن تحظى بهذه المعاملة التفضيلية في مقابل التنازل عن حقها في الإذن بتوزيع المعلومات عنها إلى دول أخرى. غير أن الدول الغربية المالكة للتكنولوجيا رفضت منح هذه المعاملة التفضيلية واكتفت بعدم حجب هذه المعلومات عن الدولة المأخوذة منها وإتاحتها لها بأسعار «عادلة».

وهكذا خرجت الدول النامية من قضية مسح موارد كوكب الأرض خاوية الوفاض تقريبا حيث لم يكن عندها على الإطلاق ما تفاوض به، فهي لا تستطيع منع الأقمار الصناعية من كشف أراضيها ولا تملك معلومات مماثلة لتقايض بها، وهي في أحيان كثيرة لا تستطيع حتى معالجة هذه المعلومات والاستفادة منها، ولا تستطيع أن تتسلم المعلومات الخام، بل لابد لهذه المعلومات أن تعالج في مراكز الدول المتقدمة وأن تدفع الدول النامية ثمن هذه المعالجة.

ثم من الذي يملك حجب وإتاحة هذه المعلومات؟ وما العوامل التي تحكم هذه الإتاحة؟ لا شك في أنه يكون من السذاجة المطلقة أن تظن الدول النامية أن أسعار السوق هي التي تحدد توزيع هذه المعلومات وأنها تملك في كل الأحوال شراءها في سوق مفتوحة.

ولنفترض، على سبيل المثال، أن دولة ما اكتشفت بتحليل المعلومات التي حصلت عليها أقمارها احتمال وجود طبقات للبترول أو الغاز أو حتى مكامن للمياه الجوفية في منطقة الشرق الأوسط، هل يمكن تصديق أن هذه المعلومات ستكون متاحة بمجرد الحصول عليها من الأقمار الصناعية. إن أبسط درجات الذكاء يقتضي ألا تتاح هذه المعلومات إلا بعد أن يتم التأكد من أن هناك فائدة منها لمن حصلوا عليها أولا. والواقع أن هذه المعلومات تمر بالمراحل الآتية قبل أن تصل إلى أصحابها الذين لن يطلبوها غالبا إذ لا يطلبها إلا الذي يعرف أولا بوجودها وثانيا بأهميتها:

1- تحليل هذه المعلومات تحليلا سريا لتحديد درجتها من الإتاحة والحجب.

2- تحويل هذه المعلومات إلى المراكز المتخصصة لتحديد السياسات والإستراتيجيات تجاهها.

3- تسليم المعلومات للشركات والاحتكارات والجهات الغربية التي يمكن أن تستفيد منها في وضع مخططات الاستكشاف وشراء حقوق التنقيب.

4- تسليم هذه المعلومات -طبقا لقوانين الفضاء المفتوح- إلى دولة ثالثة قد تكون لها إستراتيجيتها في الهيمنة.

5- في هذه المرحلة فقط وبعد مضي وقت كاف ليضع كل طرف خططه واحتمالاته تتم إتاحة هذ ه المعلومات -بقدر- للدولة التي أخذت منها هذه الاستطلاعات.

ويجب علينا هنا أن نذكر أن الغرب يفرق بين نوعين من المعلومات التي يحصل عليها من الأقمار الصناعية، هذه التفرقة في ذاتها تضمن انحياز عملية الاستفادة من المعلومات لصالح الدول الغربية. وهذا التصنيف هو الاستطلاع العسكري والاستشعار المدني، والفرق بينهما هو درجة الدقة. فالقمر الفرنسي سبوت مثلا يلتقط الصور بدرجات مختلفة من الدقة تصل إلى أقل من متر واحد، ولكن يباع منها في السوق المدنية ما تقل دقته عن عشرة أمتار، أي لا يبين أي ملامح على الأرض لتضاريس تقل عن عشرة أمتار. وهكذا تكفل الدول المنتجة للتكنولوجيا لنفسها الاحتفاظ بـ «القطفة» الأولى من ثمرة المعلومات وتعطي الدول النامية ما تبقى.

الاتفاقيات الدولية في مجال الفضاء

بعد أن ناقشنا قضية المعلومات، وهي التي تهم الدول النامية بصفة خاصة باعتبارها تتعلق باستغلال مواردها، يمكننا الآن أن ننظر إلى أهم الاتفاقيات الدولية التي تمثل في مجموعها قانون الفضاء ثم في البنود التي يحتويها.

وأهم اتفاقية في قانون الفضاء الدولي وأكثرها شمولا هي «معاهدة الفضاء الخارجي» الموقعة في 27 يناير 1967 والتي تمثل الأساس في قانو ن الفضاء الحالي. وبالإضافة إلى هذه الاتفاقية هناك عدة اتفاقيات دولية

وقرارات للجمعية العامة للأمم المتحدة تعالج قضايا معينة تتصل باستخدام الفضاء الخارجي، وهذه الاتفاقيات هي[1]:

- اتفاقية موسكو لعام 1963 بشأن حظر إجراء التجارب النووية في الفضاء أو على سطح الأجرام السماوية.

- قرار الجمعية العامة في 19 ديسمبر 1966 ويقضي بحرية استكشاف الفضاء الخارجي والأجرام السماوية.

- اتفاقية 1968 حول إنقاذ رجال الفضاء (22 أبريل 1968).

- اتفاقية 1972 بشأن المسؤولية عن الأضرار الناجمة عن الأجسام المرسلة إلى الفضاء (29 مارس 1972).

- اتفاقية 1975 بشأن تسجيل الأجسام المرسلة إلى الفضاء (14 يناير 1975).

- اتفاقية 1979 وتتعلق بنشاط الدول فوق القمر والأجسام السماوية الأخرى (18 ديسمبر 1979).

- الاتفاقيات المنظمة لتشغيل أقمار الاتصالات الدولية: تمت سلسلة من هذه الاتفاقيات في مؤتمرات متتالية تابعة للاتحاد الدولي للاتصالات بدأت مع بداية عصر الفضاء، وتتعلق البنود الخاصة بها بالقضايا الفنية الخاصة باستخدام موجات الراديو وتخصيص مواقع الأقمار في المدار الجغرافي الثابت وغير ذلك من التفاصيل الفنية (1959، 1971، 1977، 1983، 1985، 1988).

أهم ملامح القانون الدولي للفضاء الخارجي

رغم أن قانون الفضاء وتطبيقه العملي جاء خاليا تقريبا من الضمانات لحقوق الدول في المعلومات حول ثرواتها الأرضية كما سبق أن أوضحنا، فإن القانون في جانب نشاط استكشاف الفضاء جاء مساندا لروح التعاون الدولي وجعل الفضاء وموارده ملكا لجميع الدول (وإن كان هذا في التطبيق العملي يعني الدول التي تستطيع الوصول للفضاء).

ويمكن أن نستعرض هنا البنود الأساسية التي جاءت في قانون الفضاء الدولي وما تحتويه من مبادىء[2]:

- مبدأ حق الاستكشاف والاستخدام: تنص الفقرتان الأولى والثانية من

معاهدة الفضاء الخارجي الدولية (1967) على أن استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي بما في ذلك القمر والأجسام السماوية الأخرى هو حق للإنسانية جمعاء.

- مبدأ عام استخدام الفضاء للأغراض العسكرية: تنص الفقرة الرابعة على منع وضع الأسلحة النووية وأسلحة الدمار الشامل في مدارات حول الأرض، بينما تقضي الفقرة الخامسة بتجنب النشاط الذي يعوق الاستخدام السلمي للفضاء.

ولا تقضي الفقرة الرابعة بحظر الاستخدامات العسكرية الأخرى للفضاء (فيما عدا القمر والأجسام السماوية المحكومة باتفاقية 1979)، ومن هنا جرى تطوير مشروع حرب النجوم الذي سبق لنا التعرض له والذي يعد أكبر استخدام عسكري للفضاء على الإطلاق، وهو يخالف دون أدنى شك روح هذه الاتفاقيات ويكشف كيف تتعامل الدول الكبرى مع الاتفاقيات الدولية. ولعل ذلك تم تحت غطاء أن ما كان يجري في هذا المشروع الهائل كان في مرحلة الأبحاث والتطوير ولم يصل إلى مرحلة وضع أجسام في الفضاء.

- مبدأ المحافظة على سلامة كوكب الأرض ككل: (الفقرة التاسعة) تنص هذه الفقرة على أن تراعي الدول في أنشطتها الفضائية ألا تقوم بإدخال أي مواد فضائية غريبة قد تؤثر في بيئة الأرض.

- مبدأ المحافظة على سلامة رواد الفضاء: تنص المادة الخامسة من معاهدة الفضاء الخارجي على أن رواد الفضاء هم بمنزلة ممثلين للإنسانية جمعاء، ومن هنا تضمن الدول سلامتهم وتمد لهم يد المساعدة عند نزولهم في أراضيها أو عند وقوع أي حوادث، وقد عزز هذا البند في اتفاقية إضافية مخصصة لهذا الغرض وقعت في عام 1968.

- مبدأ التعاون والشفافية: تنص الفقرة العاشرة من معاهدة 1967 وكذلك الاتفاقية المكملة في 1968 على أن تبلغ الدول الموقعة على المعاهدة سكرتير الأمم المتحدة، والجهات العلمية والعالم ككل بطبيعة الغرض من أنشطتها الفضائية ومواقع ونتائج الإطلاقات التي تتم في الفضاء، وأن تتم متابعة الأجسام التي يتم إطلاقها. كما وقعت في 1975 اتفاقية لتسجيل الأجسام التي تطلق في الفضاء. كذلك فإن جميع المواد والمركبات التي يتم إحضارها

من القمر أو من الأجسام السماوية الأخرى يتم إتاحتها للموقعين على الاتفاقية.

- مبدأ مسؤولية الدولة عن أنشطتها الفضائية (المادتان 6, 7 واتفاقية عام 1972) وتلتزم الدول بتعويض الغير عن أي أضرار تحيق بهم نتيجة أنشطتها الفضائية.

ومن الواضح والطبيعي أن الاتفاقيات والمعاهدات الخاصة بالفضاء الخارجي تظل في حالة سيولة وتغير مادام هذا المجال باقيا في تطوره السريع الذي مر به منذ نشأته حتى الآن. كما أ ن بنود وشروط هذه الاتفاقيات تفرضها الدول التي تمارس نشاطا فضائيا، ولا يوجد -في الواقع العملي- أي اعتبار يذكر للدول الأخرى التي لا وجود لها في الفضاء.

مراجع وهوامش

(الباب السادس عشر)

(1) الدكتور إحسان هندي ـ القانون الدولي في الجو والفضاء ـ مجلة القوات الجوية، الإمارات العربية المتحدة العدد 65، أكتوبر 1995.

(2) المرجع السابق مع إضافة تفاصيل من موسوعة كمبردج للفضاء ـ 1992.

الباب السابع عشر
العرب وعصر الفضاء

«إن القرن الحادي والعشرين سوف يكون أشبه بشركة مساهمة يجلس ضمن مجلس إدارتها من أسهموا في رأسمالها. أما العاطلون عن المساهمة أو الطالبون وظيفة أو السائلون مساعدة فمن الصعب أن نراهم في مقاعد مجلس الإدارة»

من مقال للأستاذ محمد حسنين هيكل

الأهرام 1994/10/29

يتساءل الكثيرون عن دور وموقع العرب في عصر الفضاء سواء في الحاضر أو في المستقبل المنظور، وعن الإمكانات المحتملة لاحتلالهم مثل هذا الموقع وكيفية تحويلها إلى واقع ملموس.

والحديث عن موقع العرب ودورهم في عصر الفضاء حديث ذو شجون ككل حديث عن الشأن العربي في هذه الأيام التي انحسرت فيها إرادة وحدة العمل العربي إلى حد يثير الدهشة ويبعث على الحزن.

ومن المهم هنا أن نذكر بوضوح كامل واختيار دقيق للألفاظ أن مصر - الدولة العربية- كانت قد بدأت في الستينيات في اجتياز عتبة تكنولوجيا الفضاء بتصنيع مصري لصواريخ كان من الممكن تطويرها لتحمل أقمارا صناعية إلى المدار، وأن هذه الصواريخ تم تطويرها على أكثر من مرحلة بدأت من صاروخين من مرحلة واحدة سميا «القاهر» و«الظافر»، وصولا إلى صاروخ متعدد المراحل سمي «الرائد»، وأن مصر كانت في هذا المضمار متفوقة على دول كثيرة دخلت مجال الفضاء بعد ذلك ومنها إسرائيل.

وصاحب تلك التجربة اهتمام بدعم معاهد البحث العلمي في ذلك المجال، وتجهيز المصانع وخلق الكوادر القادرة على متابعة التجربة والتعلم من الخبراء الألمان الذين عملوا في هذا المجال في تلك الفترة، ونقل الخبرة والمعرفة وعنهم.

وإذا كانت هذه التجربة قد أجهضت قبل أن تؤتي ثمارها الكاملة، وتوقفت مصر عن استكمال مسيرتها في هذا المجال، فإن هذا حدث نتيجة حملة بالغة الشراسة شنتها في ذلك الوقت قوى عديدة متحالفة واستخدمت فيها كل الوسائل بما فيها تهديد ومحاولة اغتيال علماء الصواريخ الألمان الذين كانوا يعملون في البرنامج في ذلك الوقت وإلى جوارهم علماء مصر ومهندسوها، وانتهت بحرب 1967 التي كانت موجهة ضد المد القومي العربي

الذي بدأ يهدد مصالح كثيرة.

وجاءت بعد ذلك فترة انحسار قومي -مازالت بكل أسف ممتدة حتى الآن- خفت فيها الكلام عن الطموح العربي والمشروعات القومية العربية، وتوارت إلى عالم النسيان التجارب الناجحة التي كدنا بها ندخل عصر الفضاء في بدايته، وأصبح هناك من أجيالنا الجديدة من لا يصدق حتى أننا نملك القدرة على استيعاب وتطوير التقنيات الحديثة، واستقر في الأذهان أننا أمة مستهلكة للتكنولوجيا وأن حديثنا عن دخول عصر الفضاء ضرب من الحلم واستبدال الفعل بالتمني.

وهناك أمم أخرى أصابها ما أصاب العرب من تآمر وهزيمة وانكسار، وعلى رأسها ألمانيا التي هزمت هزيمة ساحقة في حربين متتاليتين، وفرض عليها ألا تقيم صناعة أسلحة، وخرجت من هذا الحظر الذي فرض عليها في معاهدة فرساي بعد الحرب العالمية الأولى باختراع الصواريخ التي لم يكن يشملها هذا الحظر لأن العالم لم يكن يعرفها بعد كسلاح للحرب الحديثة. وبعد الحرب الثانية عادت ألمانيا باقتصاد هو أقوى اقتصاد عالمي وبصناعة هي أحدث وأدق صناعة وبمكانة سياسية وتأثير عالمي لا يقل عما كان لها في أوج الإمبراطورية.

وهناك اليابان التي ألقيت عليها قنبلتان نوويتان في أول تجربة لهذا السلاح البشع، وقرب نهاية الحرب العالمية الثانية، وعندما كانت تقف وحدها وقد رفضت الاستسلام المهين شنت عليها حملات تدميرية بالطائرات قسمت فيها المدن إلى مربعات بخطوط طولية وعرضية، ودمرت هذه المربعات تدميرا تاما منتظما بحيث مسحت المدن من الوجود فلم يترك فيها حجر على حجر. واستعادت اليابان حيويتها بعد الحرب ومضت على طريق طويل من إعادة البناء. واليوم كلنا يعرف أين تقف اليابان من صناعات واقتصاد العالم بعد معاناة أعنف حرب تدميرية عرفها شعب على وجه الأرض.

وهناك الصين -عملاق القرن الحادي والعشرين- وقد صدّرت لها المشكلات وفرض عليها التخلف سنوات طويلة، لكنها انطلقت تفرض نفسها على ساحة العالم في مجال الفضاء وفي غيره من المجالات.

هذه دول ذات ثقافات مختلفة وتجارب في التنمية متباينة فيها الشرقي

والغربي، وفيها من اتخذ الرأسمالية طريقا للتقدم، ومن اختار الشيوعية أسلوبا للتنمية، وفي كل الحالات كانت هذه الشعوب متيقظة متفاعلة تتجاوز التجارب المؤلمة في تاريخها، فالشعوب الحية لا تتوقف عند مرحلة من التاريخ، بل تطويها وتمضي نحو مستقبلها دون أن تنسى ماضيها وتجاربها، بل تأخذ من الماضي الدروس وتستخلص من التجارب.

ونعود للحديث عن الفضاء وتقنياته وموقفنا نحن العرب منه ومنها.

وعندما نتحدث عن الفضاء وموقعنا منه يجب أن يستقر في الأذهان أن هناك فارقا كبيرا بين صناعة الفضاء والاستخدامات الفضائية. ونقصد بصناعة الفضاء تلك الصناعة التكنولوجية المتقدمة التي تعنى بتصنيع مكونات المنظومة الفضائية بدءا من قاذفات الإطلاق الصغيرة والعملاقة، وتصنيع الأقمار الصناعية وأجهزة التحكم والتوجيه والاتصال فيها، مرورا بتصنيع الأجهزة العلمية التي تحملها الأقمار الصناعية للقياس والتصوير وإجراء التجارب العلمية وانتهاء بمحطات الاستقبال الأرضية وأجهزة الاستقبال فيها.

وهذه صناعة كبيرة تتطلب عددا من المراكز العلمية والمصانع الدقيقة المتقدمة، وخطة للبحث العلمي ومنهجا للتطوير ونظاما للتعليم ووعيا في المجتمع يقبل هذا كله ويتناغم معه، ويفرز له العناصر المؤهلة للبحث العلمي والتصنيع المتقدم.

هذه هي صناعة الفضاء...

وهي صناعة لا تشترى، ولكنها تتطلب جهدا دؤوبا لإنباتها في تربة الوطن.

وهي ضرورة وإن كانت تبدو للوهلة الأولى بعيدة المنال، غير أنها في الحقيقة وبنظرة منصفة غير مبالغة ممكنة التحقيق إذا توافرت عناصرها -كما سنوضح بعد قليل- والدليل على ذلك نجاح مصر في الستينيات في امتلاك أجزاء من تلك التقنيات، ونجاح الهند وإسرائيل، وقد بدأتا مع مصر في أوائل الستينيات، في امتلاكها بالكامل والانضمام لنادي الفضاء.

أما استخدامات الفضاء -وأهمها الدول المتلقية (ولعل هذا التعبير أصدق في إبلاغ المعنى من التخفي وراء عبارة الدول النامية) هي الإعلام والتسلية التليفزيونية والاتصالات والمسح الفضائي والأرصاد الجوية- فقد تتطلب

قدرا يسيرا من المعرفة التقنية لكنها لا تمت بصلة إلى صناعة الفضاء إلا بالقدر الذي يعرفه راكب السيارة المرسيدس مثلا عن المعاملة الحرارية لمكونات محرك السيارة التي يركبها، وهو أمر بالقطع لا يعرفه راكب تلك السيارة الفاخرة ولا يعنيه.

ومن هنا فمن المهم أن نتوقف عن استخدام عبارة «دخول عصر الفضاء» فيما يتصل بإذاعة بعض البرامج الفضائية أو حتى بإطلاق قمر صناعي عربي أو مصري، فنحن لم ندخل عصر الفضاء عندما نشتري قمرا من شركة أجنبية ونكلف شركة أجنبية ثانية بإطلاقه ومتابعته، وإذا حدث وتعطل فلن نعرف إلا عندما تعلننا الشركة الأجنبية بذلك لأننا لم نشارك في تصنيعه ولو بنسبة ضئيلة.

وعندما نتحدث عن موقف العرب من صناعة الفضاء -من حيث هي صناعة وتكنولوجيا ومعرفة وبحث وتعليم وليست استخداما واستهلاكا فحسب- فإنه يجب أن نمعن النظر في التجربة المصرية في الستينيات، والتي كانت تعتبر بحق تجربة رائدة على مستوى العالم الناهض، وحتى لا نلقي بالكلام على عواهنه فسوف نلخص هنا بعض جوانب تلك التجربة ونتخذ ذلك برهانا على إمكان قيام تلك الصناعة ونأخذ منها ومن تجارب الغير منهجا ودليلا على الطريق.

وسوف نعتمد في عرضنا لملامح تلك التجربة على الكتاب الصغير المتميز الذي أصدره الكاتب الصحفي الكبير الأستاذ محمود مراد والذي عاصر بنفسه التجربة وأشخاصها وكتب عنها منذ بدايتها[1] بالإضافة إلى مراجع أخرى ومنها التجربة الشخصية.

التجربة المصرية في الستينيات

كانت التجربة المصرية في صناعة الصواريخ والطائرات ثمرة حكمة قائد أدرك متطلبات نهضة الأمة في العصر الذي عاش فيه وارتباط ذلك بالتكنولوجيات المتقدمة التي كانت قد بدأت تؤتي ثمارها في ذلك الوقت (1963) في مطلع عصر الفضاء.

ففي بداية الستينيات كان دور مصر كدولة رائدة في دول العالم الثالث الناهضة قد تأكد بعد أن خاضت عدة معارك ثبتت أقدامها في مواجهة

القوي المعادية لحركة التحرر العالمية. كانت وجهة نظر مصر التي عبر عنها جمال عبدالناصر في أبريل 1957 (قبل إطلاق الاتحاد السوفييتي للقمر الصناعي سبوتنيك!!):

«أن علينا أن نعيد بناء القوات المسلحة في ضوء تجربتنا في حرب السويس. وهناك مجالات لابد أن ندخل إليها. لابد أن نتمكن من صنع سلاحنا بما فيه الطائرات. عندنام مصانع سلاح على نطاق محدود، وقد وضعنا برنامجا لبناء صناعة سلاح. الطائرات قضية أكثر تعقيدا، ولابد أن نتعاون فيها مع أحد. أفكر في الهند أو يوغوسلافيا.

أيضا هناك الصواريخ، هناك علماء ألمان يتخاطفهم العالم بمن فيهم الولايات المتحدة، وقد حاول بعضهم جس النبض معنا، وقد قلت إننا نرحب. هناك واحد بالذات اتصل بنا، ويظهر أنه شارك بشكل كبير في صنع الصاروخ ف-2 وقد وافقت على قدومه إلى هنا.

ليست المسألة هي أن نتمكن من صنع صواريخ أو طائرات، المهم أن هذه المجالات هي تكنولوجيا المستقبل، ولابد أن نتيح للمصريين التعرف عليها والتخصص فيها، وهذا عندي أهم من سرعة إنتاج الطائرات أو الصواريخ»[2].

أحب أن يمعن القارىء وهو يقرأ هذا الخطاب في أمرين:

- تاريخ الخطاب -أبريل 1957- قبل أن يبدأ عصر الفضاء رسميا أو يعرف أحد بما يحمله أكتوبر 1957.. كانت مصر قد تهيأت للعصر القادم وأدركت أهمية ما تحمله هذه التكنولوجيا.

- التفرقة الدقيقة عند القائد بين شراء التكنولوجيا واستيعابها والتخصص فيها. كان الرجل يدرك أن معرفة هذه التقنيات والتخصص فيها أهم من سرعة إنتاج الطائرات والصواريخ، وهي تفرقة بالغة الأهمية وعليها تتوقف استمرارية النجاح أو التوقف بعد الخطوات الأولى.

تلك كانت البداية، وهي بداية تدل على فكر ثاقب وإدراك لمتغيرات العصر والفرص التي تتيحها أوضاع دولية معينة. وهي تدل أيضا على أن صناعة الطائرات والصواريخ في مصر لم تكن عملية عابرة دون جذور، بل كانت صناعة متوطدة الجوانب متكاملة الأركان وهي رؤية سوف تتضح عندما نورد شهادات الخبراء لما وصلت إليه تلك الصناعة.

صناعة الطائرات في مصر

وبدأت ملحمة من العمل الجاد، تم إنشاء مصانع الطائرات، وحشد لها عدد كبير من أفضل المهندسين في مصر بالتعاون مع مجموعة من الخبراء الألمان. واتفقت مصر مع الهند على المشاركة في تصنيع الطائرات على أن تصنع مصر المحرك وتصنع الهند جسم الطائرة.

وفي 1960 وصلت مصر إلى تصنيع المحرك النفاث للطائرة «القاهرة-200» والذي حمل اسم «هـ-200» وأعلن عبدالناصر في 9 يوليو 1960:

«إنه ليسعدني أن أعلن الآن أن أول طائرة نفاثة صنعت في مصر قد طارت بالفعل في الجو العربي منذ عشرة أيام لأول مرة.. وأن هذه الطائرة قد أثبتت صلاحيتها الممتازة للتدريب على الطيران النفاث، وأن إنتاجنا منها يكفي حاجتنا وحاجة أي بلد عربي يريد تجربتها واستعمالها».

وبعد عمل جاد ومضن تم تطوير المحرك هـ-200 ليصبح محركا نفاثا لطائرة مقاتلة، وأعلن عن ذلك في 7 مارس 1964. وكان التعاون مع الهند قد تقرر وبدأ خطواته الجادة. وفي اللقاء الذي عقد مع نهرو بعد توقيع اتفاق التعاون قال نهرو للوفد المصري:

«إنني أتفق مع رأي صديقنا ناصر أنه إذا كان إنتاج السلاح مهما فالمهم أن نكسر احتكار العلم كما كسر احتكار السلاح».

وفي مصر أمكن تطوير المحرك الذي أصبح يحمل اسم «هـ-أ-300» وتم تصنيع طائرة مقاتلة نفاثة حملت اسم «القاهرة-300» وصنفت باعتبارها أحدث مقاتلة نفاثة في العالم، ودخلت مصانع حلوان ضمن مصانع الطائرات العالمية.

وفي 5 يونيو 1967 وقع العدوان على مصر...

وتداعت أحداث كثيرة ووضعت على مصر ضغوط هائلة أدت إلى وقف التطوير وانصراف جهود مصر إلى إزالة العدوان.

في حديث أدلى به البروفيسور فرديناند براندنر الخبير الألماني بمصنع الطائرات إلى صحيفة «دير شبيجل» في 11 أغسطس 1967 جاء به مايلي[3]:

«إن الطائرة كان مفروضا أن تكون جاهزة للعمل تماما بعد تطوير المحرك، منذ ثلاثة أشهر، ولكن ظروف العدوان أدت إلى التأخير ووفقا للخطة فإنها ستطير بنجاح في فبراير القادم.

إنني وكل الخبراء العالميين نعتبر أن هذه الطائرة المقاتلة أخف وأرخص وأبسط أنواع المقاتلات في العالم وثمنها نحو ثلاثة ملايين مارك ألماني...»

هكذا كانت الإشادة بالمحرك المصري والطائرة المصرية.

وفي عام 1975 وصل خطاب من مصمم الطائرات الأشهر «ويلي مسر شميت» مؤرخ في 24 مارس 1975 إلى اللواء عصام خليل الذي كان مسؤولا عن مشاريع الطائرات والصواريخ في مصر في الستينيات يعد شهادة نادرة ممن يعرف تماما ما يتكلم عنه، جاء فيه:

«لا شك أنك تعرف الكثير عن «المتحف الألماني» في ميونيخ الذي تأسس منذ مائة عام... وكان المتحف ولا يزال رائدا للمتاحف الأوروبية في عرض مجالات التكنولوجيا المتقدمة ومتخصصا في عرض أحدث أنواع الطائرات والمحركات النفاثة المقاتلة، وقد عرضت فيه تصميماتي ومصنعي، والآن والمتحف على وشك الاحتفال بعيده المئوي فإن التفكير قد استقر على عرض أحدث الإنتاج فيه وفي المقدمة المحرك النفاث المصري «هـ-أ-300».

إن المتحف الألماني بميونيخ بمجلس إدارته وخبرائه درس خصائص المحرك المصري، واعتبره واحدا من أحسن المحركات الحديثة المتقدمة في العالم والأكثر قدرة على منافسة المحركات الأخرى..».

هذه شهادة «مسر شميت» صاحب الدور المعروف في صناعة الطيران الألمانية والذي تحمل اسمه أشهر الطائرات المقاتلة في الحرب العالمية الثانية وبعدها. والكلام عن محرك مصري صنع بأيد مصرية وبخبرة مصرية مكتسبة من التعاون مع الألمان، فهل يشك بعد ذلك أي إنسان.. أننا نستطيع.. متى أردنا.

وقد صنع من طائرة التدريب النفاثة «القاهرة-200» أكثر من 80 طائرة كاملة، وصنّعت أجزاء لأكثر من 200 طائرة كان يجري تجميعها، ووصلت نسبة التصنيع إلى 90٪ باستثناء معدات الملاحة وبعض المعدات الإلكترونية[4]. أما الطائرة المقاتلة «القاهرة-300» والتي توقف مشروعها بعد العدوان فقد صنع منها ثلاث طائرات للاختبار طار النموذج الأول منها حتى سرعة 0,9 ماخ والثاني حتى 1,15 ماخ[5] أما النموذج الثالث فكان من المقرر أن يطير بسرعة 2 ماخ أي ضعف سرعة الصوت، وهو الذي أشار إليه البروفيسور براندنر.

ويوجد النموذج الأول من هذه الطائرة لدى القوات الجوية المصرية، أما النموذج الثاني فقد أهدي إلى حكومة ألمانيا، فيما ينتصب النموذج الثالث رائعا شامخا أمام مدخل مصنع الطائرات بحلوان، شاهدا على أروع ملحمة علمية وتقنية مصرية ـ عربية وحافزا على ألا نفقد الأمل في قدرتنا على تحقيق المعجزات.

تلك هذ القصة المبهرة لصناعة الطائرات المصرية في الستينيات، وقد أوردناها نظرا للصلة الوثيقة بين صناعة الطائرات وصناعة الصواريخ والتي هي البدايات الأولى لصناعة قاذفات الإطلاق الفضائية.

صناعة الصواريخ في مصر

كانت مصر بين عدد صغير جدا من الدول التي قررت الدخول في مجال صناعة الصواريخ مبكرا إدراكا منها لأهمية هذه التقنية، وكان الدخول هذا المجال عن طريق مجموعة من الخبراء الألمان الذين عملوا مع وارنر فون براون في ألمانيا في الصاروخ ف-2. وضمت مصر إليهم عددا من العلماء والمهندسين المصريين الذين كان عليهم أن يتعلموا دقائق التقنية الجديدة على العالم كله.

استمرت محاولات التطوير بين الفشل والنجاح لمدة عامين أو أكثر قليلا، وفي 21 يوليو 1962 شهد عبدالناصر إطلاق الصاروخين القاهر والظافر. كان مدى الصاروخ «آلقاهر» 600 كيلو متر بينما كان مدى الصاروخ «الظافر» 350 كيلومترا. وفيما بعد تم تركيب الصاروخين معا في مرحلتين ليكونا صاروخا واحدا متعدد المراحل ظهر في العرض العسكري في 23 يوليو 1963 وسمي «الرائد» وكان مداه 1000 كيلومتر. كان من الممكن بعد تطويره حتى يصل إلى حد خرق نطاق الجاذبية الأرضية وحمل قمر صناعي إلى مدار حول الأرض.

كان هذا في عام 1963، ولم تكن إسرائيل تملك صناعة صواريخ، وحذرت أمريكا مصر من المضي في خطة تطوير الطائرات والصواريخ، وكانت هناك ضغوط كثيرة.

وفي شتاء 1962 بدأت إسرائيل حملة إرهاب العلماء الألمان العاملين في مصر وعلى رأسهم عالم الصواريخ الكبير «ولفجلنج بيلز» الذي كان يعمل

مع فون براون في الصاروخ ف-2 وعالم الإلكترونيات والتحكم كلاينفختر.

و مضت القصة بتفاصيل كثيرة ليس هذا موضعها، غير أن النتيجة كانت أن بيلز وزملاءه غادروا مصر في 1965. وبعد العدوان في 1967 أدلى العالمان لمجلة «شتيرن» الألمانية الغربية بحديث نشرته صحيفة الأنوار اللبنانية بتاريخ 2 أكتوبر 1967 جاء فيه:

«إن الإسرائيليين كانوا يخشون من نتائج نجاح الجمهورية العربية المتحدة (مصر) في إطلاق قمر صناعي في الفضاء.. فلو نجحت الجمهورية العربية المتحدة في إطلاق قمر صناعي في ذلك الوقت لأحدث ذلك دويا هائلا في العالم بأسره، وخاصة في العالم العربي، وكان هذا سيولد حركة جماهيرية هائلة للدخول في وحدة مع مصر المتقدمة علميا.. إن إسرائيل ترى الخطر في الوحدة العربية، وليس في الصواريخ»[6].

أما ختام هذا الفصل من القصة فإن دكتور بيلز بعد اختفائه سنوات أمكن إقناعه بالسفر للعمل في الصين، وهناك بدأ العمل لإنتاج صاروخ متطور، وإن هي إلا سنوات قلائل حتى كانت الصين قد أطلقت أول صواريخها وبدأت في الانطلاق نحو صناعة كبرى للفضاء.

والمهم في عبرة هذه القصة ألا نظن أنه حكم علينا نحن العرب بالتخلف أو أن كل أمجادنا أمجاد قديمة وتفاخر بالماضي في محافل الشعراء. فقد حققنا تقدما علميا وتكنولوجيا حقيقيا ومعترفا به في الأمس القريب جدا عندما توافرت الإرادة وتحققت الظروف المواتية، وهو أمر لا يصعب تحقيقه مرة أخرى في ظروف مختلفة بطريقة تتناسب مع شكل العصر وطريقة إدارة صراعاته والظروف الدولية المتجددة، فقط هناك عنصر لا يمكن الحركة دونه.. وهو إرادة الحركة.

التصنيع العسكري العربي في السبعينيات والثمانينيات

وكانت التجربة الثانية بعد حرب أكتوبر المجيدة، واستفادت من روح التضامن العربي التي سادت بعد الحرب في إنشاء الهيئة العربية للتصنيع. وقد أنشئت الهيئة في عام 1975 بين مصر والسعودية والإمارات العربية وقطر لمعالجة الموقف الذي تعرضت له مصر من صعوبة في الحصول على السلاح في أثناء حرب أكتوبر 1973. وبدأت الهيئة بداية قوية واعدة غير أن

إنتاجها الحربي تأثر بصورة كبيرة بعد انسحاب الأطراف العربية الأخرى منها عقب توقيع مصر على معاهدة السلام مع إسرائيل.

ويبرز من مصانع الهيئة مصنع الطائرات ومصنع المحركات ومصنع الإلكترونيات وعدد من شركات الإنتاج المشترك مثل الشركة العربية - البريطانية- للحوامات (الهليوكبتر) وشركة دينامكس العربية البريطانية، والشركة العربية الأمريكية للعربات. أما أبرز ما تنتجه الهيئة فيتمثل في المدافع الثقيلة وصواريخ عين صقر (م/ط) وصواريخ تاو و«سوينج فاير» (م/د) وتجميع طائرات ألفاجيت بالتعاون مع فرنسا، وتجميع طائرات التدريب بالتعاون مع البرازيل، وبعض الصناعات الإلكترونية الأخرى. وقد حققت الهيئة نجاحا نسبيا في مجال الصناعات العسكرية المتطورة رغم الصعوبات التي اعترضت طريقها والسلبيات التي عانت منها التجربة، غير أنها على الجملة تعتبر نموذجا للتعاون العربي يمكن تطويره والبناء عليه.

من ناحية أخرى خطت الصناعة الحربية المصرية خطوات كبيرة في الفترة من 1975-1984 انطلقت من إستراتيجية واضحة المعالم مؤداها ضرورة الاعتماد على الذات في مجال المنتجات الحربية الحيوية مثل الذخائر بمختلف أنواعها وإنتاج الأسلحة الاستهلاكية مثل الأسلحة الصغيرة، فضلا عن مدفعيات الهاون والمتوسطة وإصلاح وتعمير محركات العربات والطائرات، فضلا عن إدخال تحسينات وتعديلات فنية على بعض الأسلحة والمعدات الشرقية والغربية في مجالات الدبابات وأسلحة الدفاع الجوي والمدفعيات والصواريخ المضادة للدبابات[7].

ولقد تميزت تلك المرحلة بتوفير الكوادر الفنية المدربة محليا وخارجيا وبالقدرة على الإنتاج في مجالات العربات المدرعة والإلكترونيات وإصلاح وتعمير محركات الدبابات، كما تميزت باقتحام مجال التصدير لأسواق جديدة في أفريقيا وبعض دول العالم الثالث. وعلى الجملة كانت هناك في تلك الفترة نهضة في مجال التصنيع العسكري التقليدي، غير أن هذه النهضة لم تتطرق إلى الصناعات المتقدمة كصناعة الطائرات والصواريخ.

وفي باقي الدول العربية نشأت صناعة إلكترونية متقدمة في السعودية في بعض المجالات، وصناعة عسكرية متطورة في سوريا خاصة في مجال الإلكترونيات والصواريخ. وفي النهاية لا يمكننا أن نغفل الاندفاعة الهائلة

للصناعات العسكرية في العراق خلال الثمانينيات والتي شملت مجالات عديدة، غير أن كارثة غزو الكويت وما نتج عنها من حرب الخليج الثانية أدت إلى تحطيم هذه الصناعة العسكرية بغير أن يستفيد العرب منها شيئا.

والآن هل يمكن أن نستخلص شيئا من هذا الاستعراض المحير للتجربة العربية. نستخلص من التجربة الفعلية أن العرب يملكون فعلا القدرة الفنية على دخول مجال صناعات الفضاء المتطورة، وقد نجحوا في الاقتراب منها أ كثر من مرة، فليس العرب دولا متخلفة من دول العالم الثالث لا تملك الكوادر الفنية ولا التعليم ولا القدرة على الاقتراب من النواحي الفنية المتقدمة أصلا، ولم يصبح الفرق بينهم وبين إسرائيل هائلا يقاس بالسنوات الضوئية كما ادعى بعض قادة إسرائيل وقت إطلاقهم قمرهم الصناعي أفق-3، ولكن على العرب أن يحسنوا إدارة مواردهم وقدراتهم وأن يدركوا طبيعة المجال الذي يريدون المنافسة فيه واحتياجه إلى نفس طويل في التطوير والتصنيع وضرورة اعتماده على قاعدة علمية عريضة في مجالات عديدة، وقدر أكبر من التعاون المعتمد على الثقة المتبادلة وحسن توزيع العائد.

.. وبعد أن استعرضنا التجربة العربية في العقود الثلاثة الماضية يكون من حق القارىء أن يسأل.. وماذا بعد؟

هل نتوقف ونسلم بعد أن قابلنا بعض الفشل وأثبتنا إمكان النجاح.

ليس لهذا الكاتب أن يجيب عمن يملكون اتخاذ القرار، ولكننا نستطيع أن نرسم بعض الملامح للمشروع الفضائي العربي المستقبلي. نستطيع أن نقدم «وصفة» للنجاح تضم خلاصة تجارب الدول الأخرى، ومنها أمتنا العربية. نستطيع أن نرسم الخريطة ونصف العقبات ونشرح كيف يتم التغلب عليها، وهذا هو دور الكتّاب والعلماء والمفكرين، ويبقى اتخاذ القرار عند من يملكونه من السياسيين والحكام في الأمة العربية. ولعلهم يتخذونه.

ما الذي يمكن أن يهدف إليه العرب في الفضاء؟

وأول ما يجب أن نجيب عنه هو ما الهدف الواقعي الذي نود أن نضعه نصب أعيننا ونضع الخطط للوصول إليه؟

ليس من المهم أن يكون لنا وجود في «كل» نواحي الفضاء لكن من الضروري أن يكون لنا وجود في «بعض» جوانب نشاط وتقنيات الفضاء. والسبب في ذلك أن نشاطات وتقنيات الفضاء كل متكامل إذا وجدت في جزء منه نفذت إلى الجزء الباقي واستفادت منه كالأواني المستطرقة، وإذا كنا -كأمة- خارجه ككل فلن نستطيع أن نستفيد حتى بالمتاح منه بما نملك من تقنيات وعلوم.

فمثلا ليس من الضروري أن نتمكن حاليا من وضع أقمار في المدار الثابت، لكن من المهم أن نستطيع -بعد فترة معقولة- أن نضع أقمارا علمية صغيرة في مدار أرضي قريب.

وهناك أنشطة جانبية صغيرة مطروحة للعالم أن يشارك فيها، ويمكن لنا عندما توجد مراكز البحوث المتخصصة أن يكون لنا فيها وجود، ومن أمثلة ذلك المحطة الفضائية الدولية، فلماذا لا تكون لنا وحدة علمية صغيرة ملحقة بهذه المحطة الفضائية نجري فيها تجارب علمية مبتكرة في إطار برنامج فضائي عالمي.

وهناك اقتراح تقدم به عالم الفضاء المصري فاروق الباز وهو أن تشترك مصر في الرحلة المزمعة لاستكشاف المريخ بتصميم وتصنيع الذراع التي يتم بها جمع عينات من تربة المريخ لتحليلها ودراستها. وهو اقتراح قيّم بما يكفله لنا من مشاركة دولية في تجربة علمية كبيرة.

ولا يتطلب مثل هذا التصنيع، كما نرى، صناعة فضائية كبيرة، إذ إنه يدخل أكثر في علم «الروبوتيات» وهو علم لدينا الكثيرون من المتخصصين فيه.

وقد بنت دول مثل كندا صناعة فضائية نشطة على جزء مثل هذا، ففي بدء طرح تصميم مكوك الفضاء الأمريكي في أوائل السبعينيات، أخذت كندا على عاتقها تصميم وتصنيع الذراع الآلية التي تلتقط بها الأقمار وتوضع في مخزن المكوك لإصلاحها أو لإعادتها إلى الأرض، وهو جزء بالغ الأهمية من المكوك لكنه لا يتطلب الاستثمارات الهائلة التي لا تقدر عليها إلا دولة عظمى في مركبات الإطلاق الضخمة. وبذلك استطاعت كندا أن تضمن لها مكانا بين الدول التي تشارك في أي مشروع فضائي مستقبلي، كما أنها نجحت في خلق صناعة فضائية متقدمة داخل حدودها. وغني عن

الذكر أن الذراع الكندية قد عوّضت أي تكلفة أو استثمارات وضعت فيها.

والمهم أنه ليس من الضروري كما سبق الذكر الدخول في كل جوانب صناعة الفضاء لنستفيد من عائدها التقني ونكون داخل الحلبة ولسنا في مقاعد المتفرجين.

الأعمدة السبعة لمشروع فضائي عربي

وبعد تحديد الهدف الواقعي المناسب يأتي التنفيذ. وهناك عدة ملامح تشترك فيها كل التجارب الناجحة في العالم، ويمكن اعتبارها المقومات الرئيسية لإقامة صناعة متقدمة وصعبة مثل صناعة الفضاء، وأول هذه الملامح أو الأعمدة.

1 - المداومة والاستمرارية

آفة العالم العربي هي قصر النفس وتعجل النتائج. وصناعة الفضاء من الصناعات المكلفة وطويلة المدى التي تستغرق وقتا منذ بدء التفكير في إنشائها وحتى تؤتي ثمارها، وهي في ذلك تتطلب نفسا طويلا وصبرا ولا يصلح لها تعجل النتائج خاصة وإن كان الغرض هو امتلاك ناصية التكنولوجيا وليس مجرد شرائها.

وتستغرق الفترة الزمنية التي يتطلبها إنشاء برنامج فضائي محدود نحو خمسة عشر عاما، منذ اتخاذ إشارة البدء في البرنامج إلى حين امتلاك القدرة على إطلاق قمر صناعي في المدار. وفي هذه الفترة يلزم أن يستمر التأييد السياسي والشعبي للبرنامج بصرف النظر عن تغير الأوضاع والسياسات. لقد دفعنا كثيرا جدا ثمنا لتوقف برامج وطنية وعربية نتيجة تغير السياسات، ويجب أن تكون هناك برامج ومشروعات فوق تغير الأشخاص والحكومات.

ولننظر إلى برنامج الفضاء الصيني على سبيل المثال. لقد مرت الصين إبان مرحلة «الثورة الثقافية» بفترة توقفت فيها كل البرامج وكل مظاهر حركة المجتمع العادية حتى الجامعات، غير أن برنامج الفضاء الصيني كان أحد البرامج التي جنبت التعرض لويلات الثورة، وترك ليمضي قدما في خطته الأصلية، ووفرت له كل الموارد ووضع في أولوية متقدمة حتى وصلت

الصين في هذا المضمار إلى المنافسة على موقع القمة.

أما عن المداومة فحيث إن أحدا لن يبيع لك هذه التقنية جاهزة، فعليك أن تمضي بدأب شديد تحل مشاكلها وتتعلم أسرارها في معاملك مشكلة مشكلة وخطوة خطوة. تحصل منها من الخارج على ما تتيحه لك الظروف العالمية وتبني الباقي محليا. وعلى سبيل المثال فقد منعت الهند من الحصول على تكنولوجيا المحركات الباردة لقاذفاتها من روسيا، وهي تكنولوجيا تزيد من دفع المحركات وتمكنها من الوصول إلى مدارات أبعد وبحمولة أكبر، وأدى هذا إلى تأخير البرنامج الهندي لمدة عامين، وبعد عامين أعلنت الهند أنها ستطلق صواريخها بمحركات باردة مطورة ومصنعة ذاتيا.

2- التمحور حول قيادة علمية مدنية

يلاحظ في جميع برامج الفضاء دون استثناء وجود قيادة علمية مدنية محورية تتمحور حولها كل الجهود وتنسق وتقود جميع الأطراف. حدث هذا في روسيا (سيرجي كوروليف) وفي ألمانيا وأمريكا من بعدها (وارنر فون براون) وفي الصين (جيان - زوي - تسن) وفي إسرائيل.

وتتوافر في هذه القيادة صفات معينة أهمها:

- الرؤية والبصيرة الثاقبة، إذ لا يختلف أحد في أن ما يفتقده عالمنا العربي في قياداته هو الرؤية النافذة Vision؟ وقد تكون هذه المهمة في مجالات كثيرة، غير أنها في صدد ما نتحدث عنه ضرورة وجود.

- الإيمان واعتناق الفكرة طوال تاريخها.

- الإلمام الشامل بعلوم الفضاء بمختلف تخصصاتها، حيث يقود هذا العالم مجموعات من العلماء والباحثين والمهندسين في مختلف التخصصات المتشعبة والمرتبطة بعضها بعضا، ولذلك فلابد له من الإلمام بتخصصاتهم بالقدر الذي يسمح له بأن يناقشهم ويوجههم ويرسم لهم الطريق.

ومن المأثور أو «الفولكلور العلمي» الذي سمعناه من أساتذتنا في هذا المجال أن «وارنر فون براون» كان يستطيع بنظرة إلى الرسم التخطيطي لصاروخ جديد أن يقدر ما سيكون عليه وزنه وقوة الدفع فيه والمدى وغير ذلك عندما يتم إنتاجه، وكان معاونوه بعد حسابات طويلة مضنية يصلون إلى الرقم نفسه تقريبا.

- القدرة على قيادة مختلف المجموعات العلمية والصناعية.
- العزوف عن كل الاهتمامات والطموحات والخلافات والتركيز على الهدف.

والأشخاص الذين تتوافر فيهم هذه الصفات وغيرها من صفات القيادة العلمية فصيل نادر بكل تأكيد، غير أن العالم العربي، وفي قلبه مصر، فيه من تتوافر فيهم هذه الصفات وهم معروفون لدى من يعرفون الساحة العلمية في هذا المجال.

3- إنشاء مراكز التميز

تقود حركة التطوير في جميع الدول الفضائية مراكز علمية متميزة متخصصة، توفر لها الدول كل الإمكانات، ويتجمع فيها العلماء والخبراء وتجرى فيها الأبحاث الرائدة في هذا المجال، وتدار هذه المراكز بشكل غير بيروقراطي. ولا نجد مثل هذه المراكز في العالم العربي حاليا (وإن كانت هناك مراكز علمية جيدة في مجالات عديدة ولكننا نتحدث عن مراكز تملك قدرة الاختراق العلمي). وإذا أردنا أن ندخل مجال الفضاء من أي الأبواب، سواء من باب الأقمار العلمية الصغيرة أو المشاركة في تصنيع بعض الأجزاء أو إجراء بعض التجارب العلمية في إطار دولي أو غير ذلك، فعلينا أن ننشىء المراكز العلمية المتخصصة الجادة التي تستطيع أن تفرض لها وجودا علميا بين دول العالم يسمح لها بأن تدعى إلى البرامج الدولية وتتبادل المعلومات.

4- استنبات التقنية العالمية في تربة عربية

نلجأ عادة في العالم العربي إلى الشراء للحصول على ما نريد، وفي عالم تقنيات الفضاء لا يصلح هذا الأسلوب مهما بلغت الأموال المنفقة في هذا الصدد، فهذه صناعة لا تشترى. وقد يمكننا شراء قمر صناعي بتكلفة كبيرة، ولكن لا يمكننا شراء كيفية صنعه، وهو ما نريد. والقمر الذي نشتريه سرعان مايصبح تكنولوجيا قديمة. صحيح أننا استفدنا من استخدامه، ولكن الشراء بأسلوب تسليم المفتاح ودون استفادة تضيف أو تغير في هيكل التعليم والبحث والصناعة هدر لا تسمح به موارد دولة نامية، وهو في

الدول الغنية إسراف غير محمود.

والطريقة الوحيدة لنكون متابعين لتطور التكنولوجيا هو أن ننتجها بأنفسنا أو على الأقل أن نكون مشاركين في إنتاجها.

5- المشاركة

المشاركة هي صيغة القرن الحادي والعشرين للصناعات المتقدمة. بدأت في صناعة الطائرات وانتقلت إلى عديد من الصناعات المكلفة الأخرى. ولا نقصد من المشاركة الإنتاج بترخيص، لكن نقصد المشاركة الحقيقية في التطوير والتصنيع، وهي المشاركة التي ينتج عنها نقل للتكنولوجيا.

وتلجأ إليها الشركات الكبرى لارتفاع تكلفة التطوير. فمثلا يحتاج تصميم طائرة ركاب متوسطة جديدة إلى نحو 500 مليون دولار. وعندما تجد الشركة الصانعة أنها لا تستطيع أو لا ترغب في تحمل هذه التكلفة مع المخاطرة المتضمنة معها، فإنها تقبل إدخال شركاء يتحملون جزءا من التكلفة والمخاطرة مقابل اشتراكهم في التصنيع.

وقد فعلت هذا دولة مثل إندونيسيا في تجربتها الناجحة لتصنيع طائرة ركاب متوسطة عبر عدة مراحل من المشاركة بدرجات متزايدة حتى أمكنها الآن أن تصنعها بصورة كاملة.

وفي مجال الأقمار الصناعية وصناعات الفضاء فإنه يمكن تطبيق هذه الصيغة بنجاح، فمصر قد أنفقت 158 مليون دولار لتصنيع وإطلاق قمر الاتصالات والبث التليفزيوني «نايل سات» بطريقة «تسليم المفتاح»[6] وبذلك خسرت مصر فرصة نادرة لنقل جزء من هذه التقنية إلى علمائها ومهندسيها، وبالتالي التقدم خطوات على طريق امتلاك مفاتيح هذه الصناعة.

وفي مثل هذه العقود يجب أن تضع الدولة المشترية شروطا تفضيلية للشركة التي تسمح بالمشاركة في تصنيع أجزاء تتفاوت في تعقيدها حسب تقدم الدولة، ولن تمانع الشركة كي تتمكن من تسويق قمر بهذه التكلفة في أن تنشىء مصنعا لتركيب وتنفيذ بعض الأجزاء وأن تدرب المهندسين على هذه العملية. كما أن عشرة في المائة (أو أقل) من مثل هذا العقد تكفي لبعث نهضة علمية وبحثية كبيرة في هذا المجال، وهكذا يتواكب إنشاء البنية العلمية والبحثية مع الإنفاق على استخدامات الفضاء.

وهناك نوع آخر من المشاركة، وهو المشاركة في المحافل الدولية. إذ يتميز مجال الفضاء بين المجالات العلمية الأخرى بوجود قدر كبير من النشاط الدولي المفتوح للمشاركة فيه، ويرجع ذلك إلى أن تكلفة برامج الفضاء كبيرة ولا تستطيع دولة واحدة أن تتحملها، ومن هنا فقد نشأ عدد من المنظمات الدولية التي تسعى إلى توسيع نطاق المشاركة الفضائية. وتتيح هذه الهيئات والمنظمات الدولية كثيرا من المنح التدريبية والتعليمية وفرص المشاركة التصنيعية التي يمكن للدول الصغيرة أن تستفيد منها، وتكون بذلك كراكب الدراجة الذي يتعلق بسيارة مسرعة ليكتسب سرعة تمكنه من الانطلاق بنفسه بعد ذلك.

6- توزيع العبء المالي والعائد التقني

عندما نتحدث عن صناعة فضاء عربية فلا يجب أن نقصر تفكيرنا على دولة واحدة أو اثنتين من الدول الأكثر تقدما في التصنيع بين الدول العربية. إن صناعة مكلفة مثل صناعة الفضاء عبء لا يمكن أن تقوم به دولة واحدة، وإنما يحتاج إلى تكاتف موارد دول عديدة. غير أن هذا التعاون والتكاتف لكي ينجح ويستمر لابد أن يكون على أساس من توزيع العائد الصناعي والتقني. فالدولة التي تنفق بضعة ملايين أو عشرات الملايين للمشاركة في مشروع فضائي ترغب أن ترى عائد هذا الإنفاق في صورة تقدم في مراكزها البحثية وفي مستوى تدريب علمائها ومهندسيها، وفي تقدم الجزء الخاص بها من تلك الصناعة داخل حدودها.

والمثال الواضح والناجح على ذلك هو وكالة الفضاء الأوروبية ESA والتي تضم خمس عشرة دولة تتراوح مساهماتها بين 26٪ لفرنسا إلى 0,2٪ لأيرلندا. ويشجع نظام وكالة الفضاء الأوروبية الدول على المشاركة رغم اختلاف قدراتها المالية وحماسها لبرامج الفضاء، إذ تستطيع كل دولة اختيار البرنامج الذي تركز عليه وتهتم به وتخصص لهذا البرنامج القدر الأكبر من مساهماتها وفي المقابل تحظى بالنصيب الأكبر من العائد التقني لهذا البرنامج سواء عن طريق إسناد المشروعات لشركاتها أو إجراء البحوث والتطوير في معاملها أو تشغيل أكبر نسبة من مهندسيها وهكذا.

لابد إذن من البحث عن صيغ عملية للتعاون والمشاركة، صيغ ترضي

الأطراف المشاركة، والتي لها مصالح قد تكون متنافسة ولا يجب الاعتماد على العواطف العربية الأخوية وحدها، وإن كانت هذه رابطا لا يمكن التقليل من أهميته، غير أن الاعتبارات العملية يجب أن تأخذ مكانها في أي مشروعات عربية جديدة نريد لها الاستمرار.

7- زيادة الوعي بأهمية العلوم الحديثة

لماذا يجب أن تتحمس شعوب منطقة كالمنطقة العربية لمشروعات فضائية وعندها من مشاكل التنمية والبقاء مايكفي لاستيعاب كل اهتمامها؟

يجب تعميق الوعي بدور التقنيات الحديثة في تقدم المجتمعات، وإذا كانت الدول المتقدمة تتخلى عن الصناعات التقليدية وتركز على صناعات المعلومات والفضاء والاتصالات والهندسة الوراثية وغير ذلك من العلوم الحديثة، فإننا لا يجب أن ننتظر حتى يصل إلينا فتات ما يتركونه من هذه العلوم، بل أن نبدأ فيها مبكرين.

وقد تحدثنا في الفصل الذي خصصناه لدور ألمانيا في الفضاء عن الجمعيات العلمية التي انتشرت في ألمانيا عقب الحرب العالمية الأولى والتي كان لها دور في تنمية النشاط العلمي والصناعي الألماني في مجال الصواريخ. وفي العالم العربي نفتقد مثل هذه الجمعيات والنوادي العلمية ولا توليها الدول اهتماما كبيرا، وبذلك نفقد عددا كبيرا من شبابنا الذين يمكن أن يكونوا نواة لعلماء عرب في المستقبل.

مخطط لمشروع فضائي عربي

والآن وبعد أن استعرضنا التجارب العالمية والتجربة العربية في صناعة الفضاء، وشرحنا الأعمدة الأساسية التي ترتكز عليها مثل هذه الصناعة لا يكتمل أداء الأمانة بغير أن نضع تصورا واقعيا لدخول العرب في عصر الفضاء. وهو تصور يأخذ في اعتباره الوضع العربي الحالي والتجارب السابقة، ويمكن أن نبدأ فيه اليوم من واقعنا الفعلى ونصل به بإذن الله إلى أهدافنا المبتغاة.

أولا: يبدأ هذا التصور بوضع أهداف واقعية للدخول في عصر الفضاء. وهذه الأهداف كما نراها هي:

أ- تطوير القدرة البحثية والصناعية في صناعة الفضاء.

ب- تطوير القدرة على الاستفادة من الأقمار الصناعية بتطبيقاتها المختلفة.

ج- المشاركة العلمية والبحثية في تصنيع وتطوير الأقمار التي تتعاقد أي دولة عربية على إطلاقها.

د- تصنيع 60٪ من الأقمار العربية خلال عشر سنوات.

وأخيرا نصل إلى هدفنا الكبير.

هـ- تصنيع وإطلاق أقمار عربية إلى المدار القريب خلال خمسة عشر عاما.

ومن المفيد هنا أن نحدد أي نوع من الأقمار نستطيع البدء به. ونحن نعتقد أننا نستطيع وضع أقمار صناعية للقياسات العلمية في المدار القريب بقدرات عربية ذاتية في خلال خمسة عشر عاما من تاريخ دخولنا الجاد في هذا المضمار. وأهمية الأقمار العلمية أنها أقمار صغيرة (أقل من 100 كيلو جرام) لا تحتاج إلى أجهزة معقدة أو إلى قاذفات عملاقة لكنها تتيح لنا اكتساب الخبرة والدخول مع العالم في هذا المجال.

ثانيا: ولتحديد الخطوات التنفيذية للوصول إلى هذه الأهداف وتنسيق الجهود يجب إنشاء لجنة وطنية للفضاء في كل دولة عربية، وإنشاء لجنة قومية للفضاء على مستوى العالم العربي، وتكلف هذه اللجان وضع سياسة قومية للتصنيع الفضائي والاستخدامات الفضائية، وتكون هذه اللجان تمهيدا لإنشاء وكالة فضاء عربية.

وأول تكليف تبدأ به هذه اللجان هو وضع تصور لمشروع قومي عربي للدخول في عصر الفضاء وتحديد أهدافه ومراحله بدقة، والتمويل الذي تتطلبه كل مرحلة.

ثالثا: ولدعم وتطوير البحث العلمي في مجال الفضاء وهو الأساس الضروري الذي دونه لا تقوم لهذه الصناعة قائمة، يلزم إنشاء مراكز أبحاث فضائية في عدد من الدول (مصر، سوريا، السعودية وغيرها) وتمويل هذه المراكز لتنفيذ خطة بحثية محددة تكفل الوصول بالقدرات الفضائية العربية إلى الهدف المحدد.

رابعا: يجب الاستفادة من العقود التي نوقعها في مجال الفضاء في

تدريب أكبر عدد من مهندسينا في هذا المجال، ولا نقصد بهذا تدريبهم على استخدام الأقمار التي نشتريها، ولكن تدريبهم ببرامج خاصة معدة محليا وخارجيا لاكتساب المعرفة التقنية في هذا المجال.

خامسا: وكمرحلة أولى لاكتساب الخبرات وتنمية قدراتنا يمكن تطبيق نظام المشاركة في كل العقود المستقبلية. ويتيح هذا النظام لعلمائنا الاحتكاك العلمي على مستوى عالمي، ولمهندسينا اكتساب الخبرة التصنيعية ولمصانعنا تطوير قدراتها وأجهزتها لتستطيع تلبية متطلبات المشاركة الدولية.

هذا تصور مبدئي لبرنامج فضائي عربي يمكن تنفيذه في حدود قدراتنا مع تطوير هذه القدرات، ويساعدنا على متابعة الجهود العلمية في مجال الفضاء والمشاركة مع العالم في مجال سوف يكون أحد مجالات التنافس الحاكمة في القرن الحادي والعشرين.

وبهذا نختتم هذا الكتاب شاكرين لله سبحانه فضله ونعمه، ونسأله سبحانه القبول.

﴿**إليه يصعد الكلم الطيب والعمل الصالح يرفعه**﴾ (فاطر- 10).

وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه.. وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

القاهرة في الرابع والعشرين من جمادى الآخرة عام ستة عشر وأربعمائة وألف من الهجرة، الموافق السابع عشر من نوفمبر عام 1995 الميلادي.

مراجع وهوامش

(الباب السابع عشر)

(1) محمود مراد: جاسوس في مصر- الحرب الخفية: قصة العلماء الألمان في مصر، توزيع الأهـرام 1989.

(2) المرجع السابق ص34.

(3) المرجع السابق ص20.

(4) التصنيع العسكري في ظل المتغيرات الجديدة ـ مقال للواء أ. ح. (م) سعيد فاضل حسن ـ مجلة القوات الجوية ـ الامارات، العدد 76، سبتمبر 1995.

(5) الماخ هو مقياس للسرعة في الطيران ويساوي 1 ماخ سرعة الصوت.

(6) محمود مراد -الحرب الخفية- ص 170.

(7) لواء أ. ح (م) سعيد فاضل حسن، مرجع سابق.

(8) مجلة Fight International عدد 11 أكتوبر 1995.

المؤلف في سطور:

د. محمد بهي الدين صادق عرجون

* أستاذ هندسة الطيران والفضاء بكلية الهندسة-جامعة القاهرة

* تخرج من قسم هندسة الطائرات بجامعة القاهرة في عام 1969 وحصل على درجتي الماجستير والدكتوراه من جامعة تورنتو بكندا في عامي 1978 , 1982.

* عمل نحو ست سنوات في مجال الطيران المدني بمصر، وحوالي ثلاث سنوات في مجال الأمان النووي بكندا.

* عمل أستاذاً مساعداً بجامعة ويسكونسون-ميلووكي بالولايات المتحدة وأستاذاً زائراً بجامعة كوينز بكندا.

* تولى الإشراف العلمي على عدد من المطبوعات في مجال الطيران والفضاء مثل مجلة الطيران العربي والمجلة التقنية الصادرة عن نقابة المهندسين المصرية.

* مهتم بإستراتيجيات الطيران والفضاء في العالم العربي.

* له أكثر من ثلاثين بحثاً علمياً منشورا في الدوريات والمؤتمرات العلمية العالية.

* له عدد كبير من المقالات المنشورة في مجال الصناعة الطيران والفضاء.



الإسلام والمسيحية

تأليف: أ. جورافسكي

ترجمة: د. خلف محمد الجراد

هذا الكتاب

ينطبق وصف «عصر الفضاء» على عصرنا أكثر مما ينطبق عليه أي وصف آخر. وفي عام 1997 تكون أربعون سنة قد انقضت على بدء انطلاقة الإنسان في الفضاء، وخلال هذه الفترة انتقل حلم الإنسان بالخروج إلى الفضاء من عالم الخيال إلى واقع علمي وتطبيقي وتجاري معيش، وانتقل سباق الفضاء ذاته من ذروة صراعات الحرب الباردة إلى ميدان التنافس التجاري في بيع الأقمار الصناعية وخدمات الإطلاق.

ولا شك في أنه من حق إنسان أواخر القرن العشرين الذي عاصر هذه المغامرة العلمية، وتحمل تكلفتها بشكل أو بآخر، أن يحكم عليها الآن ويعرف ما الذي قدمه له العلم والعلماء في هذا المجال، ومن ناحية أخرى فإن من حق الإنسان العربي الذي عاصر هذه التجربة أيضا أن يسأل أين مكاننا نحن العرب في عصر الفضاء، وهل سنرى يوما قريبا يكون لنا فيه دور في هذا المجال مع دول العالم المتقدم، أم سنمضي خلال القرن الحادي والعشرين ونحن نستهلك تقنيات الآخرين ولا نشارك فيها بأقل نصيب؟

يحاول هذا الكتاب أن يقدم صورة علمية وافية ودقيقة عن منجزات عصر الفضاء وتطبيقات الأقمار الصناعية للقارىء العربي يستطيع من خلالها أن يتابع النشاط الفضائي العالمي بقدر أكبر من الفهم والمعرفة، ويستطيع بذلك في النهاية أن يشارك من خلال تلك المعرفة في صياغة رؤية العرب لدورهم وموضعهم في عصر التقنيات الفائقة.